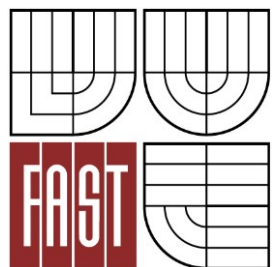




**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**ÚSTAV VODNÍCH STAVEB**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

## **STABILIZACE BŘEHŮ NÁDRŽÍ**

STABILIZATION OF BANK

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

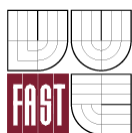
**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**MARTIN PODOLA**

**VEDOUcí PRÁCE**  
SUPERVISOR

**doc. Dr. Ing. MILOSLAV ŠLEZINGR**

BRNO 2013



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	B3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav vodních staveb

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Martin Podola
<b>Název</b>	Stabilizace břehů nádrží
<b>Vedoucí bakalářské práce</b>	doc. Dr. Ing. Miloslav Šlezingr
<b>Datum zadání bakalářské práce</b>	30. 11. 2012
<b>Datum odevzdání bakalářské práce</b>	24. 5. 2013
V Brně dne 30. 11. 2012	

.....  
prof. Ing. Jan Šulc, CSc.  
Vedoucí ústavu

.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

### **Podklady a literatura**

Lukáč, M. a kol. Účinky vetrových vln na konštrukciu priehrady, svahy nádrže a protiabrázne opatrenia, STU Bratislava 1977

Spanilá, T. Problematika přetváření břehů na vodních nádržích, In. Přehradní dny 1992

Šlezingr, M. Břehová abraze, CERM Brno 2004

Šlezingr, M. Vegetační doprovod vodních toků a nádrží, CERM Brno 1996

Úradníček, L., Šlezingr, M. Stabilizace břehů, VUT Brno 2007

### **Zásady pro vypracování**

Prohlídka a posouzení stávajícího stavu řešené lokality (břehové území nádrže Brno)

Statistické zhodnocení výšky hladin v desetiletém cyklu

Hydrotechnické výpočty zaměřené na určení abrazní terminanty

Návrh stabilizace se zaměřením na využití aktivních stabilizačních prvků (vlnolamů)

Vypracování schémat možné stabilizace

### **Předepsané přílohy**

.....  
doc. Dr. Ing. Miloslav Šlezingr  
Vedoucí bakalářské práce

# ABSTRAKT A KLÍČOVÁ SLOVA

## **Abstrakt**

Předmětem této bakalářské práce je posouzení břehů nádrže Bystřička z hlediska vzniku abraze. Posudek je zaměřen na 2 hlavní body na severovýchodním břehu nádrže nedaleko od přítoku. Jedná se o oblast v blízkosti hotelu Beskydská Tatranka. Práce je zakončena návrhem vybraných biotechnických opatření ke zpomalení či zastavení narušování břehů.

## **Klíčová slova**

abraze, břeh, nádrž, stabilizace

## **Abstract**

The subject of this bachelor's thesis is assessment of reservoir banks Bystřička in terms of abrasion. Judgement is focused on two main points on the northeastern bank of the reservoir near the tributary. It is an area near the hotel Beskydská Tatranka. Thesis is finished with design of selected biotechnical measures to slow or stop erosions banks.

## **Keywords**

abrasion, bank, reservoir, stabilization

...

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP**

PODOLA, Martin. *Stabilizace břehů nádrží*. Brno, 2013. 71 s., 9 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb. Vedoucí práce doc. Dr. Ing. Miloslav Šlezingr.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24.5.2013

.....  
podpis autora  
Martin Podola

## PODĚKOVÁNÍ

Především bych rád poděkoval doc. Dr. Ing. Miloslavu Šlezingrovi za odborné vedení při vytváření této práce a také za cenné rady a čas při konzultacích. Dále děkuji Ing. Tomáši Kříži z dispečinku Povodí Moravy s.p. za ochotu a poskytnutí výchozích i doplňkových dat důležitých pro vypracování. V neposlední řadě děkuji své rodině za umožnění studia a za podporu. Nesmím zapomenout i na podporu přátel, bez kterých by to nešlo.

## OBSAH

<b>ÚVOD .....</b>	<b>11</b>
<b>1. PRŮVODNÍ ZPRÁVA .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 SPRÁVNÍ A TECHNICKE ÚDAJE.....</b>	<b>12</b>
1.1.1 Základní údaje.....	12
1.1.2 Lokalizace .....	12
1.1.3 Parametry hráze .....	13
1.1.4 Parametry nádrže .....	13
1.1.5 Parametry spodních výpustí.....	14
1.1.6 Parametry asanační výpusti .....	14
1.1.7 Elektrárna.....	14
1.1.8 Hydrologické údaje.....	14
1.1.9 Účinek nádrže .....	14
<b>1.2 ÚDAJE O POVODÍ.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3 POMĚRY GEOLOGICKÉ .....</b>	<b>16</b>
<b>1.4 POMĚRY HYDROGEOLOGICKÉ .....</b>	<b>18</b>
<b>1.5 POMĚRY PEDOLOGICKÉ .....</b>	<b>19</b>
<b>1.6 POMĚRY KLIMATICKÉ .....</b>	<b>21</b>
<b>1.7 POMĚRY HYDROLOGICKÉ .....</b>	<b>22</b>
1.7.1 Průtoky.....	22
1.7.2 Povodně .....	23



<b>1.8 LESNATOST .....</b>	<b>24</b>
<b>1.9 PŘEHLED ZEMĚDĚLSKÉ VÝROBY .....</b>	<b>26</b>
<b>1.10 PŘEHLED PRŮMYSLOVÉ VÝROBY .....</b>	<b>27</b>
<b>1.11 ENERGETICKÉ VYUŽITÍ TOKU .....</b>	<b>28</b>
<b>1.12 MÍSTA VÝPUSTÍ A ODBĚRŮ .....</b>	<b>29</b>
1.12.1 Odběry vody .....	29
1.12.2 Vypouštění .....	29
<b>1.13 ČISTOTA VOD .....</b>	<b>30</b>
<b>1.14 REKREAČNÍ VYUŽITÍ NÁDRŽE.....</b>	<b>31</b>
<b>1.15 ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ .....</b>	<b>32</b>
<b>2. TECHNICKÁ ZPRÁVA .....</b>	<b>33</b>
<b>2.1 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU .....</b>	<b>33</b>
2.1.1 Fotodokumentace stávajícího stavu .....	34
<b>2.2 POSTUP POSOUZENÍ STABILITY BŘEHŮ.....</b>	<b>37</b>
2.2.1 Stanovení nejčtenější hladiny .....	37
2.2.2 Stanovení návrhové výšky vlny .....	56
2.2.3 Stanovení hodnoty nachýlení hladiny.....	57
2.2.4 Stanovení střednice vlny .....	57
2.2.5 Stanovení výškové úrovně paty srubu .....	57
<b>2.3 NÁVRH STABILIZAČNÍCH OPATŘENÍ .....</b>	<b>58</b>
2.3.1 PF1 Oživená kamenná pata s výsadbou rákosin.....	58
2.3.2 PF2 Dvouřadový zápleťový plůtek .....	59
2.3.3 PF3 Stabilizace kmeny stromů a kamenným záhozem.....	60
2.3.4 PF4 Oživená kamenná rovnanina .....	61

---

2.3.5 PF5 Oživená srubová stěna.....	62
2.3.6 PF6 Drátokamenná stěna .....	63
2.3.7 PF7 Drátokamenné schody .....	64
<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>65</b>
<b>POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA .....</b>	<b>66</b>
<b>INTERNETOVÉ ZDROJE .....</b>	<b>66</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ .....</b>	<b>68</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>69</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>70</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>71</b>

## ÚVOD

Tématem této bakalářské práce je posouzení stability břehů nádrže. Po domluvě s vedoucím práce jsem se rozhodl pro vodní nádrž Bystřičku. Posuzoval jsem především mírně poškozený úsek severovýchodního břehu nádrže v blízkosti hotelu Beskydská Tatranka. Břehová abraze je jev, kdy dochází k obrušování břehů vlivem pohybu vody. Nejvýznamnějšími faktory způsobujícími abrazi jsou pohyby hladin v nádrži, vlnění vzniklé působením větru či od lodního provozu. Následky takového působení jsou vždy stejné. Dochází ke vzniku abrazních srubů, odplavení materiálu z břehů nebo dokonce sesuvy půdy. Na Bystřičce jsem posuzoval pouze vliv změn hladiny a vliv větru, jelikož se na Bystřičce neprovozuje lodní plavba. Na závěr práce jsem vypracovával několik možností návrhu opevnění břehů seřazené od méně po více rozsáhlých a nákladných úprav.[2]

# 1. PRŮVODNÍ ZPRÁVA

## 1.1 SPRÁVNÍ A TECHNICKÉ ÚDAJE [6]

Vodní nádrž Bystřička leží 4,4 km východně od stejnojmenné obce v okrese Vsetín ve Zlínském kraji. Vodní plocha zasahuje do katastrálních území Bystřička I, Velká Lhota a Malá Bystřice. Přehrada byla vybudována v letech 1908 - 1912 pro zásobování vodou průplav Dunaj - Odra - Labe. V roce 1967 bylo dodatečně proinjektováno těleso hráze cementovou směsí, aby se zabezpečila stabilita hráze a omezily průsaky pod hrází.[7]

### 1.1.1 Základní údaje

Nádrž:	VD Bystřička
Tok:	Bystřice
Říční kilometr:	5,48 km
Správce:	Povodí Moravy, s.p.
Závod:	Horní Morava
Provoz:	Valašské Meziříčí
Uvedení do provozu:	1912
Účel:	protipovodňová ochrana nalepšení průtoků pod hrází pro odběry z dolního toku řeky Bystřice a ze Vsetínské Bečvy pod soutokem s Bystřicí, přímo z nádrže se voda neodebírá energetické využití vodní elektrárnou sportovní a rekreační rybaření rekreace, koupání, vodní sporty

### 1.1.2 Lokalizace

Kraj:	Zlínský
Okres:	Valašské Meziříčí

Obec s rozšířenou působností:	Valašské Meziříčí
Obec:	Bystřička
Katastrální území:	Bystřička I Bystřička II Velká Lhota Malá Bystřice

### 1.1.3 Parametry hráze

Typ hráze:	gravitační zděná z kamenného zdiva
Typ těsnění:	návodní jílové
Koruna hráze:	386,60 m n.m.
Šířka koruna:	4,60 m
Délka hráze v koruně:	170,0 m
Výška hráze nade dnem:	27,40 m
Typ bezpečnostního přelivu:	boční, nehrazený
Kóta bezpečnostního přelivu:	384,15 m n.m.
Počet polí x délka přelivu:	1 x 51,5 m
Kapacita při max. hladině:	300 m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>

### 1.1.4 Parametry nádrže

Objem stálého nadržení:	0,791 mil. m <sup>3</sup>
Kóta hladiny stálého nadržení:	372,00 m n.m.
Objem zásobního prostoru:	0,852 mil. m <sup>3</sup>
Kóta hladiny zásobního prostoru:	376,60 m n.m.
Objem ret. ovl. prostoru:	2,235 mil. m <sup>3</sup>
Kóta hladiny ret. ovl. prostoru:	384,15 m n.m.
Objem ret. neovl. prostoru:	0,702 mil. m <sup>3</sup>
Kóta hladiny ret. neovl. prostoru:	386,01 m n.m.
Celkový objem nádrže:	4,580 mil. m <sup>3</sup>

**1.1.5 Parametry spodních výpustí**

Počet x průměr:	1 x 1200; 2 x 700 mm
Provozní uzávěr:	1 x kuželový; 2 x klínové šoupátko
Kapacita při max. hladině	1 x 14,9; 1 x 5,8; 1 x 5,3 m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>

**1.1.6 Parametry asanační výpusti**

Počet x průměr:	1 x 200 mm
Kapacita při max. zás. hladině:	0,4 m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>

**1.1.7 Elektrárna**

Počet turbín x typ:	2 x Bánki
Výkon elektrárny:	1 x 0,055; 1 x 0,011 MW
Hltnost turbín:	1 x 0,479; 1 x 0,120 m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>

**1.1.8 Hydrologické údaje**

Číslo hydrologického pořadí:	4-11-01-088
Plocha povodí:	63,88 km <sup>2</sup>
Prům. dlouhodobý roční průtok:	0,883 m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>
Číslo vodohospodářské mapy:	25-14, 25-23
Q <sub>100</sub> :	134,000 m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>
Q <sub>355d</sub> :	0,069 m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>

**1.1.9 Účinek nádrže**

Neškodný odtok:	20,000 m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>
Minimální odtok:	0,050 m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>

## 1.2 ÚDAJE O POVODÍ

Řeka Bystřice, která se vlévá do Vsetínské Bečvy u obce Bystřička, protéká chráněnou krajinnou oblastí Beskydy, oblastí Valašské Bystřice a pramení až na jižních svazích Čerňavy ve výšce 680 m n.m. Oblast povodí, o ploše nad přehradou 57,18 km<sup>2</sup>, je tvořena nejčastěji hornatým terénem Beskyd a pokryta převážně lesy, místy loukami, pastvinami, zřídka ornou půdou. Sklonitost povodí se pohybuje v rozmezí 5 - 25°, místy výjimečně přes 35°. Průměrný sklon dna toku je kolem 2 ‰. Specifický odtok z povodí má hodnotu 13,45 l·s<sup>-1</sup>·km<sup>-2</sup>. [1]

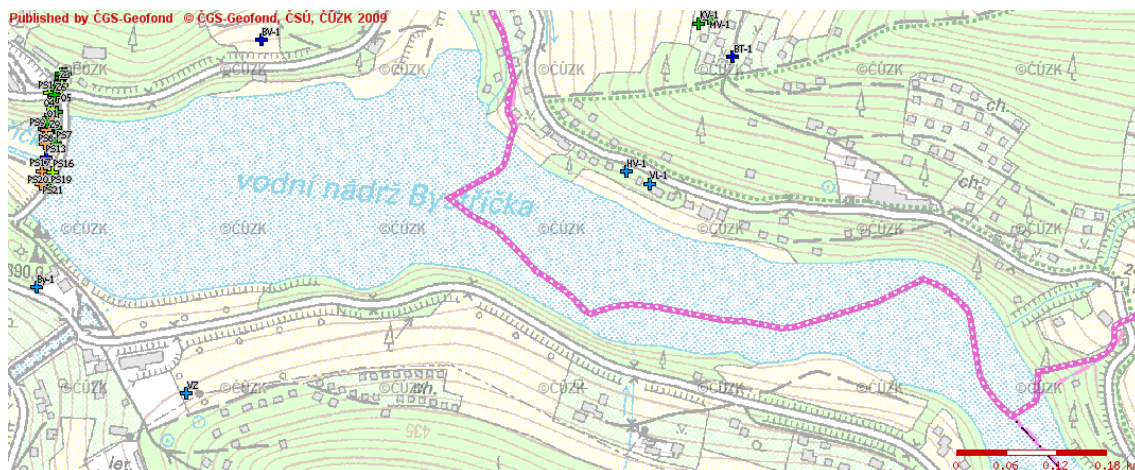
Nádrž se nachází ve chráněné oblasti přirozené akumulace vod Vsetínské vrchy, přičemž řeka Bystřice přitéká do nádrže z chráněné oblasti přirozené akumulace vod Beskydy. Podle vodního zákona je v těchto oblastech, které pro své přírodní podmínky tvoří významnou přirozenou akumulaci vod, zakázáno zmenšovat rozsah lesních pozemků, odvodňovat lesní a zemědělské pozemky, těžit rašelinu, nerosty povrchovým způsobem nebo provádět jiné zemní práce, které by vedly k odkrytí souvislé hladiny podzemních vod, těžit a zpracovávat radioaktivní suroviny a ukládat radioaktivní odpad. Všechna omezení jsou vyjádřeny nařízením vlády 40/1978 Sb. pro Beskydy a NV 10/1979 Sb. pro Vsetínské vrchy.

Do nádrže přitéká voda z Bystřice a Vesníku, přičemž nedaleko od nádrže se do Bystřice vlévá Malá Bystřička.

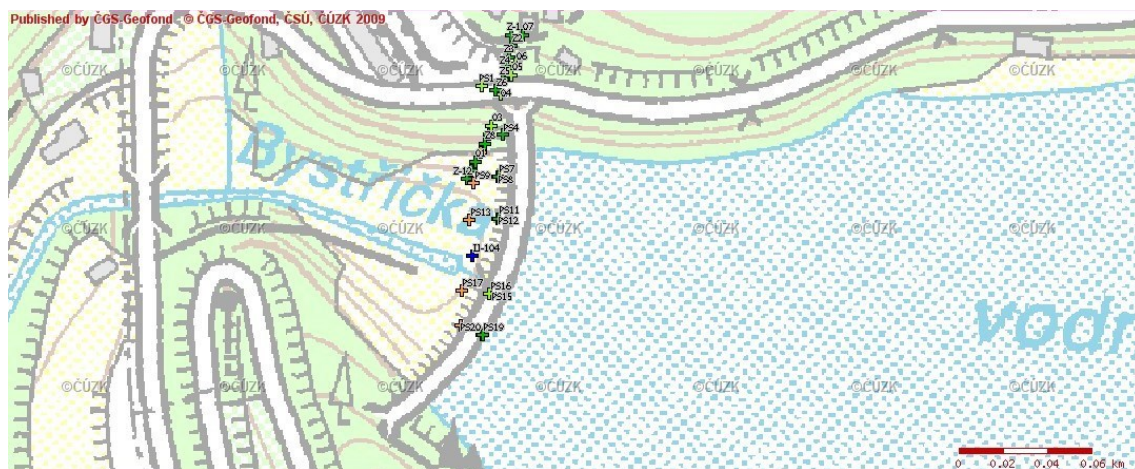




Po obvodu nádrže bylo provedeno několik vrtů. V roce 1966 bylo provedeno 25 vrtů 16,5 m, za účelem zprávy o geologických poměrech v základech hráze a údolní nivě pod hrází, organizací IGHP, závodem Brno. V roce 1968 bylo provedeno 7 šikmých odvodňovacích vrtů 12,4 - 16,3 m a 12 injekčních vrtů 7,0 - 18,3 m, které prováděla organizace Geotest Brno. V roce 1998 bylo provedeno 7 nových monitorovacích vrtů hl. 23-38m a 1 inklinometrický hl. 50m, dále proběhlo inklinometrické proměření starých vrtů. Zprávu o inženýrskogeologickém sledování rekonstrukce monitorovací sítě tělesa hráze vodního díla Bystřička v roce 1998 těmito vrty zpracovávala WOZNICA, kancelář inženýrské geologie a geotechniky, Brno. V roce 2011 probíhaly Geologicko-průzkumné práce, hydrogeologické posouzení a projekt jímacího objektu průzkumným hydrogeologickým vrtem v blízkosti správní budovy Povodí Moravy do hloubky 33 m.[9]

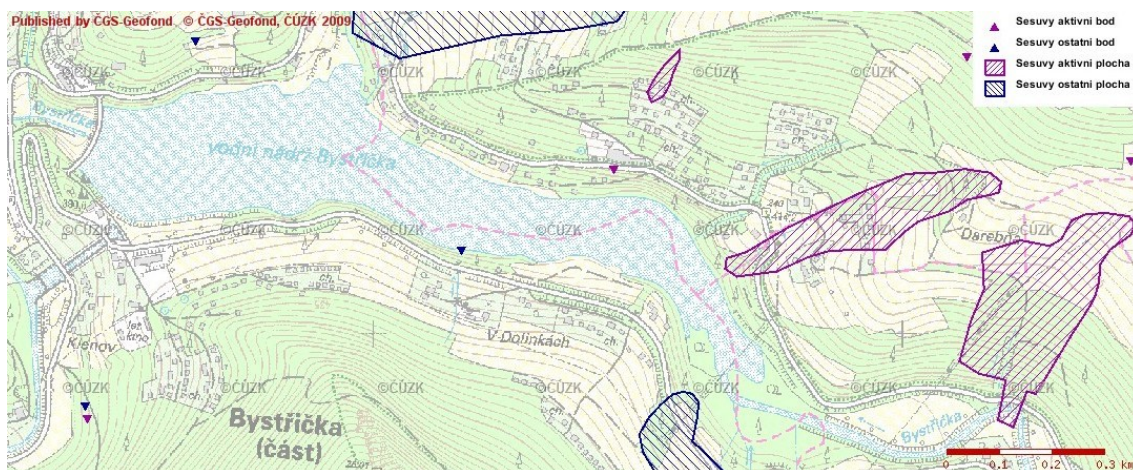


**Obr.1.3.2** Poloha vrtů okolo přehradní nádrže [9]



**Obr.1.3.3** Detail rozmístění vrtů v místě hráze [9]

V okolí nádrže se nenachází žádná poddolovaná území, vzhledem k tomu, že se oblast nachází ve chráněné oblasti přirozené akumulace vod. Na východním a severovýchodním území od nádrže se nachází dvě aktivní plochy větší rozlohy a jedna plocha menšího rozsahu a na sever a na jih od nádrže se nachází vždy jedna rozsáhlá méně významná plocha sesuvů.[9]



**Obr.1.3.4** Přehled sesuvných ploch a nestabilních bodů v okolí nádrže [9]

## 1.4 POMĚRY HYDROGEOLOGICKÉ [1]

Hydrogeologické poměry zájmové lokality úzce souvisí na druhu podloží. Oblast povodí Vsetínské Bečvy, do které spadá i tok Bystřice, tvoří převážně silně zvrásněné pískovce a slepence a jílovce. A právě pouze v jílovcích a některých pískovcích může docházet k silnější tvorbě akumulace podzemní vody, která následně vyvěrá na povrch prameny po puklinách. V oblasti se vyskytují převážně pouze tyto puklinové vývěry, ovšem malé vydatnosti. Je tedy možné říct, že pokud by v povodí řeky Vsetínské Bečvy a všech jejích přítoků nebylo z velké části zalesněno, byla by tato oblast suchá a chudá na podzemní vody. Je to opravdu jen zalesněním, že je zde v podloží zadržována podzemní voda. Bystřice je jeden z několika přítoků Vsetínské Bečvy, které vytváří celkem dosti vodonosná aluvia ve zúžených místech, jež jsou schopny pokrýt zásobování menších měst.



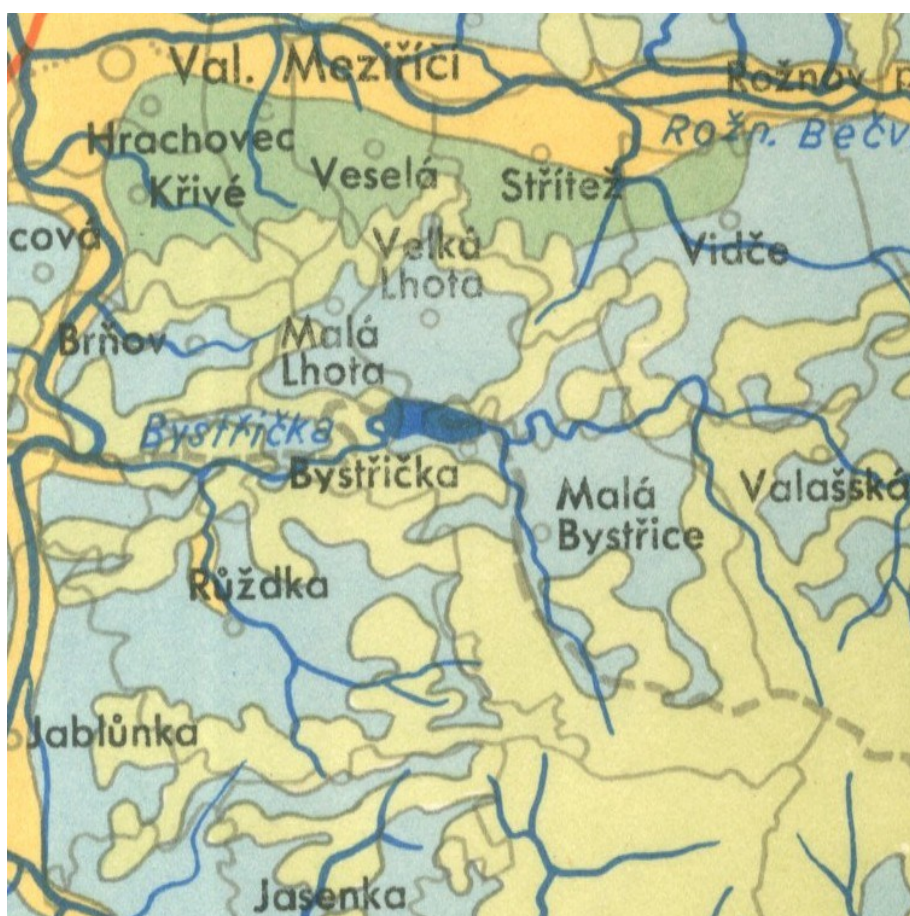
## 1.5 POMĚRY PEDOLOGICKÉ [1]

V zájmové lokalitě převažují půdy střední hlinité, ve větší vzdálenosti od nádrže pak půdy těžké jílové. Na východ od přehrady se vyskytují místa s lehkými písčitými půdami. Na dně nádrže jsou půdy naplavené vodou, charakteru lehčího i těžšího. Všechny půdy mají charakter spíše výrazně podzolový, případně oblastně mírně podzolový.



Obr.1.5.1 Mapa půdních druhů





Obr.1.5.2 Mapa půdních typů



## 1.6 POMĚRY KLIMATICKÉ

V průběhu jednotlivých roků a období dochází k povětrnostním nepravidlostem, při čemž tato proměnlivost je právě znakem přechodného pásma středoevropského, kde pevninský vliv se projevuje maximem srážek v červenci a oceanický vliv teplým podzimem a zmírněním teplotních extrémů v zimě a v létě. Ve srážkové klasifikaci spadá oblast řeky Bystřice do velmi vlhkého až nejvlhčího podnebí, přičemž pravděpodobnost výskytu suchých let je 5 - 0 %.[1] Bystřička se nachází v oblasti s průměrným ročním srážkovým úhrnem 940 mm. Průměrná výška sněhové pokrývky se pohybuje mezi 21 a 50 cm a sněží za rok průměrně 53 dní. V zájmové lokalitě bývá v průměru 20 – 25 dní s bouřkou.[3]

Průměrná roční teplota se pohybuje okolo hodnoty 7,6°C, jako nejteplejší měsíc převládá červenec, zato nejchladnější je podle statistik leden.[3]

Co se týče větrných podmínek, nejbližší měrné stanice jsou, na jihu stanice Vsetín, na severovýchodě stanice na Radhošti. Podle údajů ze Vsetína převažuje vítr o síle 2 - 4° Beaufortovy stupnice (75%), silnější vítr o síle větší než 5° Beaufortovy stupnice se vyskytuje jen výjimečně (5%). Nejčastěji se vyskytuje vítr jižní (29%), následně severozápadní (25%) a severní (15%). Podle statistik ze stanice na Radhošti je výskyt větru o síle větší než 5° B také velmi zřídka (5%) a nejčastější síla větru je 2 - 4° B (55%). Převažujícím směrem větru je severní (25%), následně jižní (22%) a jihozápadní (12%). Ve výpočtech využívám údaje ze stanice Vsetín.[1]

## 1.7 POMĚRY HYDROLOGICKÉ

### 1.7.1 Průtoky [5]

Hydrologické údaje jsou převzaty z ČHMÚ Ostrava a jsou za období 1957 - 2009. Průměrný roční průtok na přítoku do přehrady se pohybuje kolem hodnoty  $0,863 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , na odtoku z přehrady  $0,883 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a v místě vyústění do Vsetínské Bečvy vychází hodnota na  $1,06 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Pod vodním dílem je stanoven minimální průtok  $MQ = 0,050 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a neškodný průtok má v řece Bystřici pod přehradou velikost  $20,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

m-denní průtok	na přítoku $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	na odtoku $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
364	0,039	0,033
355	0,076	0,069
330	0,116	0,107
300	0,165	0,150
270	0,217	0,210
240	0,260	0,268
210	0,319	0,319
180	0,419	0,421
150	0,525	0,542
120	0,680	0,717
90	0,900	0,940
60	1,310	1,430
30	2,250	2,500

**Tab.1.7.1** Přehled m-denních průtoků na přítoku a na odtoku z nádrže.

### 1.7.2 Povodně [4]

V dnešní době slouží vodní nádrž Bystřička mimo jiné pro ochranu při povodních. Na třech největších povodních je možné popsat schopnost nádrže transformovat povodňovou vlnu. V roce 1996 byl v nádrži Bystřička při příchodu zvýšených průtoků zmenšený retenční ovladatelný prostor v důsledku provádění režimového měření technicko-bezpečnostního dohledu, přesto manipulace proběhla bez problémů. Do nádrže přitékalo  $52 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , přičemž z přehrady se vypouštělo  $32,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Zachycený objem vody měl hodnotu 2,2 mil.  $\text{m}^3$ . V toku pod přehradou byl dosažen III. povodňový stupeň. o poznání horší situace nastala při povodni v červenci roku 1997. Maximální přítok dosáhl hodnoty  $144,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , přičemž při tomto maximálním průtoku byla již nádrž naplněná a celý tento průtok přepadl přes bezpečnostní přeliv. Odtok bezpečnostním přepadem trval 4 dny a k dosažení maximální bezpečnostní hladiny chyběly 2 cm. Při zatím poslední větší povodni, v květnu 2010, došlo k redukci přítoku cca  $76,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  na odtok kolem  $22 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Před zvýšenými přítoky byla hladina v nádrži snížena o cca 5 m.

Objemy povodňových vln [mil. $\text{m}^3$ ]	Neovlivněný n-letý průtok [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ]	
0,950	Q1	15,2
1,600	Q2	25,4
2,620	Q5	42,9
3,580	Q10	59,2
4,950	Q20	78,2
6,870	Q50	108
8,960	Q100	134
12,900	Q1000	249
18,500	Q10000	300

**Tab.1.7.2** Přehled objemů povodňových vln a neovlivněných n-letých průtoků.



## 1.8 LESNATOST [1]

Okolí přehrady je z většiny plochy zalesněné a patří k nejzalesněnějším územím v republice. Dle údajů ze státního vodohospodářského plánu se zalesnění oblasti pohybuje mezi 30 % a 75 %. V katastrálním území Vidče je procentuální zalesnění 10 - 20 %, v KÚ Jablunka 20 - 30 % a ve Valašském Meziříčí, co by největším městě oblasti, 1 - 10 %.[1]



Obr.1.8.1 Mapa lesnatosti





Nejčastěji vyskytovanou dřevinou je smrk, místy se vyskytují méně rozlehlé plochy zarostlé buky. U Hrachovce se nachází i část lesu z borovic.

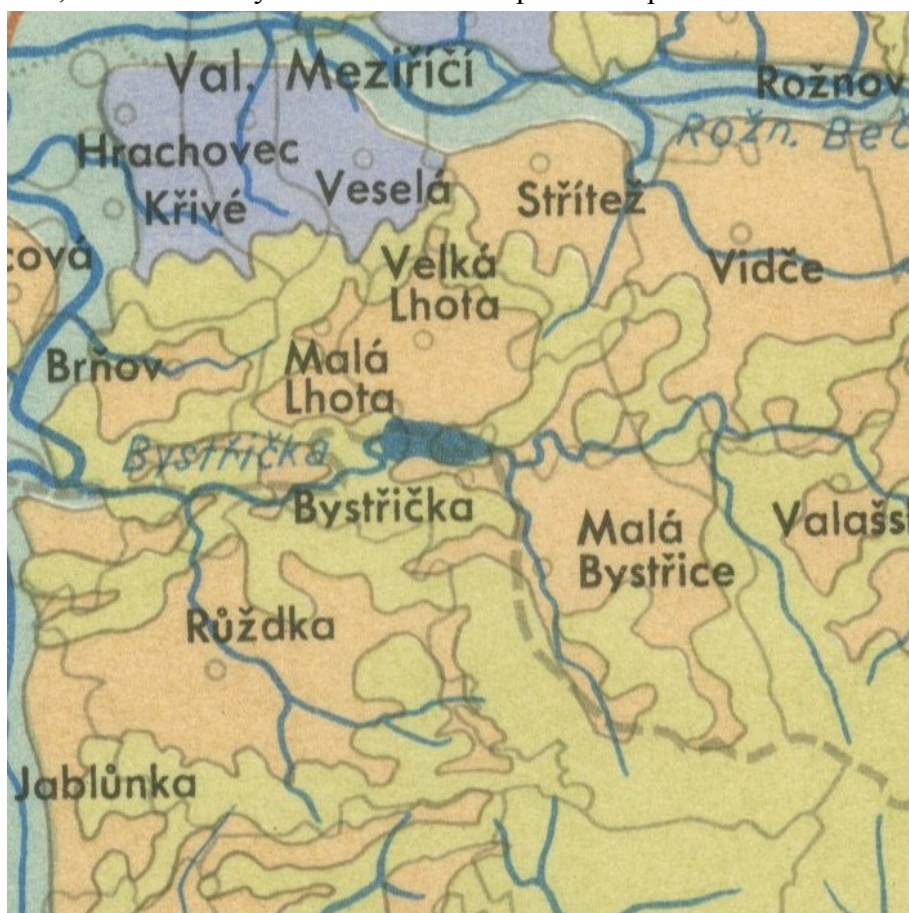


Obr.1.8.2 Mapa druhové skladby lesů

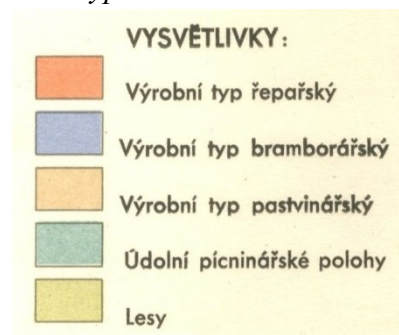


## 1.9 PŘEHLED ZEMĚDĚLSKÉ VÝROBY [1]

Povodí Bečvy je ve státním vodohospodářském plánu charakterizováno takto: „S hlediska zemědělského je povodí Bečvy územím dvou protikladů. Na jedné straně se zde setkáváme s nejzaostalejší formou zemědělství v oblastech pasekářských, a na druhé pak zemědělství v okolí Přerova a Hranic můžeme řadit k nejvyspělejšímu v ČSR.“ Vzhledem k tomu, že nádrž Bystřička leží v blízkosti horního toku řeky Vsetínská Bečva, můžeme souhlasit s první částí úryvku ze státního vodohospodářského plánu. V okolí nádrže Bystřičky převažuje na chudých horských políčkách pasekářské hospodářství, dále chov dobytka a v malé míře i pěstování píce.



Obr.1.9.1 Mapa zemědělských výrobních typů



## 1.10 PŘEHLED PRŮMYSLOVÉ VÝROBY

Jak bylo napsáno výše, okolí nádrže Bystřičky spadá částečně do chráněné oblasti přirozené akumulace vod a tudíž se zde nesmí těžit téměř žádné nerostné suroviny, či umístění průmyslových závodů vzhledem k hornatosti oblasti není bezproblémové. Je tedy jasné, že průmyslová výroba nepřevažuje nad výrobou zemědělskou. Nicméně z průmyslového využití je nejčtetněji zastoupeno zpracování dřeva, díky velkému zalesnění. Ostatní průmysl je soustředěn spíše do větších měst. Ve Valašském Meziříčí se vyskytují strojírenské závody, chemický závod a také potravinářský, masný, průmysl. Město Rožnov pod Radhoštěm je především turistickým a významným kulturním centrem. Průmysl se zde vyskytuje pletářský a papírenský. Tradiční ráz Rožnova udržuje úspěšně se rozvíjející drobné podnikání. Ve Vsetíně je základem strojírenský a chemický průmysl.



## 1.11 ENERGETICKÉ VYUŽITÍ TOKU

Řeka Bystřice je menší tok ve Vsetínských vrších. Jeho vydatnost není příliš velká. Jediné využití hydroenergetického potenciálu toku zpracovává pouze elektrárna v hrázi nádrže Bystřička. Ve hrázi v nejnižším místě údolí se nachází 2 výpustné potrubí o světlostech DN200 a DN500. Z těchto potrubí jsou vytvořeny odbočky k turbínám MVE. Jedná se o 2 Bánkiho turbíny o výkonu 0,055 a 0,011 MW. Elektrárna je schopna zpracovat průtoky od 0,027 až 0,588 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>. [7]



**Obr.1.11.1** *Pohled na MVE z koruny hráze*

## 1.12 MÍSTA VÝPUSTÍ A ODBĚRŮ [8]

### 1.12.1 Odběry vody

Z přehradní nádrže Bystřička se neodebírání žádná voda, nádrž slouží pouze k nalepšení průtoků pod hrází pro odběry z dolního toku řeky Bystřice a ze Vsetínské Bečvy pod soutokem s Bystřicí. U řeky Bystřice se nachází na říčním kilometru 15,000 v obci Valašská Bystřice - Žáry odběr pozemní vody hlubinným vrtem o kapacitě 6 300 m<sup>3</sup> pro veřejný vodovod bez úpravy a na říčním kilometru 18,000 v obci Valašská Bystřice - Hřívová odběr z jedné štolky či zářezu a tří studní opět pro veřejný vodovod o kapacitě 41 900 m<sup>3</sup> vody s následnou úpravou desinfekcí, maximální povolené množství odebrané vody je 70 000 m<sup>3</sup>.

Mimo říčku Bystřici se odebírání voda i u říčky Růžďka, vtékající do Bystřice v obci Bystřička. Obec Bystřička odebírání 3 studněmi 31 200 m<sup>3</sup> pro veřejný vodovod, upravenou desinfekcí u říčního kilometru 0,500. Obec Růžďka odebírání u říčního kilometru 3,000 třemi hlubinnými vrty 18 000 m<sup>3</sup>. Opět je voda následně upravená desinfekcí.

### 1.12.2 Vypouštění

Do řeky Bystřice jsou vypouštěny vody z obce Bystřička (říční kilometr 1,000), která nevlastní čistírnu odpadních vod a z čistíren odpadních vod Valašská Bystřice - Paseky (ř. km 11,000), Valašská Bystřice - Bařiny (ř. km 12,140) a Valašská Bystřice - Střed (ř. km 14,000).

obec	ř.km	vypouštění	kanalizace	BSK <sub>5</sub>	CHSK	NL	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
<b>Bystřička</b>	1,000	VK 390 obyv.	jednotná	102,3	223,1	32,1	-
<b>Val.Bystřice - Paseky</b>	11,000	ČOV	jednotná	19,1	36,4	11,8	23,5
<b>Val.Bystřice - Bařiny</b>	12,140	ČOV	oddílná	35,0	60,5	22,0	7,8
<b>Val.Bystřice - Střed</b>	14,000	ČOV	oddílná	26,4	54,4	35,0	4,0

**Tab.1.12.1** Přehled vypouštěných znečištěných vod

### 1.13 ČISTOTA VOD [8]

Čistota vody v nádrži Bystřička není ovlivněna žádným bodovým znečištěním a nenachází se v žádném ochranném pásmu vodních zdrojů. Do řeky Bystřice se vypouští vody z čistíren odpadních vod Valašské Bystřice - Paseky, Bařiny a Střed. Obec Bystřička nevlastní ČOV a vypouští veškeré vody z jednotné kanalizace do řeky Bystřice na říčním kilometru 1,000, tudíž v toku pod nádrží.

Český hydrometeorologický ústav měřil v letech 2007 - 2008 jakost vody ve Vsetínské Bečvě v jejím říčním kilometru 64,700 což je krátce po vyústění Bystřice do Vsetínské Bečvy.

ukazatel	jedn.	min.	max.	prům.	medián	imisní limity	třída jakosti
teplota vody	°C	0,0	20,4	9,3	8,6	25	
reakce vody		7,8	8,5	8,2	8,2	6-8	
elektrolyt. konduktivita	mS·m <sup>-1</sup>	19,0	45,8	33,8	34,9		II.
BSK 5	mg·l <sup>-1</sup>	1,0	4,0	2,0	1,9	6	II.
CHSK Cr	mg·l <sup>-1</sup>	5,0	19,0	10,0	9,8	35	I.
amoniakální dusík	mg·l <sup>-1</sup>	0,02	0,24	0,09	0,07	0,5	I.
dusičnanový dusík	mg·l <sup>-1</sup>	0,5	2,4	1,4	1,4	7	I.
celkový fosfor	mg·l <sup>-1</sup>	0,04	0,19	0,09	0,07	0,2	II.

**Tab.1.13.1** *Jakost vody v profilu Valašské Meziříčí*

Dle NV č.71/2003 Sb. je celé povodí Vsetínské Bečvy, jejíž přítokem je i řeka Bystřice s nádrží Bystřička, zařazena do lososových vod.



## 1.14 REKREAČNÍ VYUŽITÍ NÁDRŽE

Jedním z hlavních využití přehrady Bystřička je pro rekreaci. Nádrž je vhodná pro cykloturistiku, pěší turistiku, rekreační rybolov, rekreační plavbu, vodní sporty i ke koupání. Na březích nádrže se nachází 2 významná místa ke koupání. Jsou jimi hlavní pláž na pravém břehu nádrže a pláž u hráze. Kvalita vody je v sezóně sledována každých 14 dní. V oblasti hlavní pláže je možnost zapůjčení loděk, kolem nádrže se nachází několik kempů, chatk k pronájmu a hotelů.

Nádrž Bystřička leží v mimopstruhovém rybářském revíru 471 023 Bystřice Valašská 1A a platí zde zákaz vnaďením jakýmkoliv způsobem. [10]



**Obr.1.14.1** *Pohled z hlavní pláže na nádrž v létě*

---

## 1.15 ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

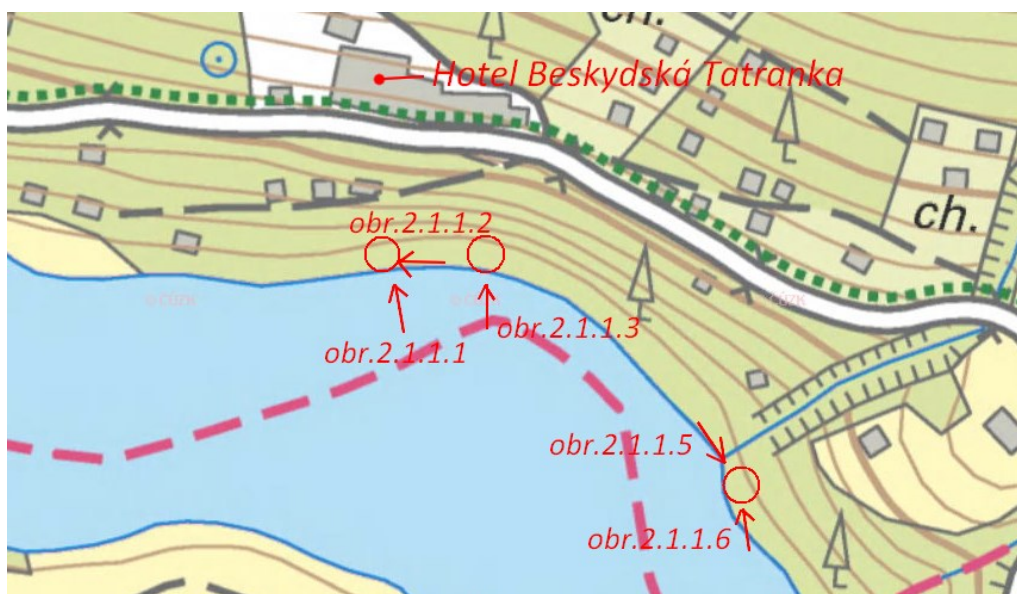
Nádrž Bystřička se nachází v chráněné oblasti přirozené akumulace vod Vsetínské vrchy. Říčka Bystřice, co by přítok do nádrže, ve své převážné délce protéká chráněnou oblastí přirozené akumulace vod Beskydy. Vodní nádrž neleží v žádné chráněné krajinné oblasti, ovšem komunikace na jejím pravém břehu z větší části vytváří hranici chráněné krajinné oblasti Beskydy. Nedaleko levého břehu nádrže se nachází přírodní rezervace Klenov, která ovšem taktéž nezasahuje do prostoru nádrže ani nejbližších břehů.



## 2. TECHNICKÁ ZPRÁVA

### 2.1 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU

Při pochůzce jsem zjistil, že břehy nádrže Bystřičky nejsou příliš narušovány abrazí. Většina břehů nádrže má plážový charakter tvořený převážně travním porostem a drobným štěrkem. Pouze na severovýchodním břehu nádrže u hotelu Beskydská Tatranka je v úseku o celkové délce asi 370 metrů břeh mírně abradován. V tomto úseku tvoří břeh převážně zalesněný strmý svah, kde je místy vidět skalnatý podklad. Tato oblast není příliš stabilní, byť není uváděna jako místo, kde dochází k sesuvu. Břeh je pokryt spraší a hlínou, níže ke hladině opět spíše štěrkem s občasným výskytem masivnějších kamenů. Při pochůzce jsem zjistil dva dílčí zájmové úseky v této oblasti, na kterých je nejlépe viditelné narušení břehů. Zájmový úsek 1 je vyobrazen na obr.2.1.1.1 až obr.2.1.1.4, zájmový úsek 2 pak na obr.2.1.1.5 a obr.2.1.1.6. Na snímcích lze vidět narušení a pomalé odkrývání srubu, ze kterého je vidět zhruba 0,4 - 0,5 m.



**Obr.2.1.1** Schéma směřování snímků ve fotodokumentaci



### 2.1.1 Fotodokumentace stávajícího stavu



**Obr.2.1.1.1** *Vzdálený pohled na východní část ZÚ1*



**Obr.2.1.1.2** *Blízký pohled na východní část ZÚ1*





**Obr.2.1.1.3** *Vzdálený pohled na západní část ZÚ1*



**Obr.2.1.1.4** *Detailní pohled na ujíždějící svah ZÚ1*





**Obr.2.1.1.5** *Pohled na ZÚ2 ze severovýchodu najihozápad*



**Obr.2.1.1.6** *Pohled na ZÚ2 z jihozápadu na severovýchod*

## 2.2 POSTUP POSOUZENÍ STABILITY BŘEHŮ [2]

### 2.2.1 Stanovení nejčtetnější hladiny

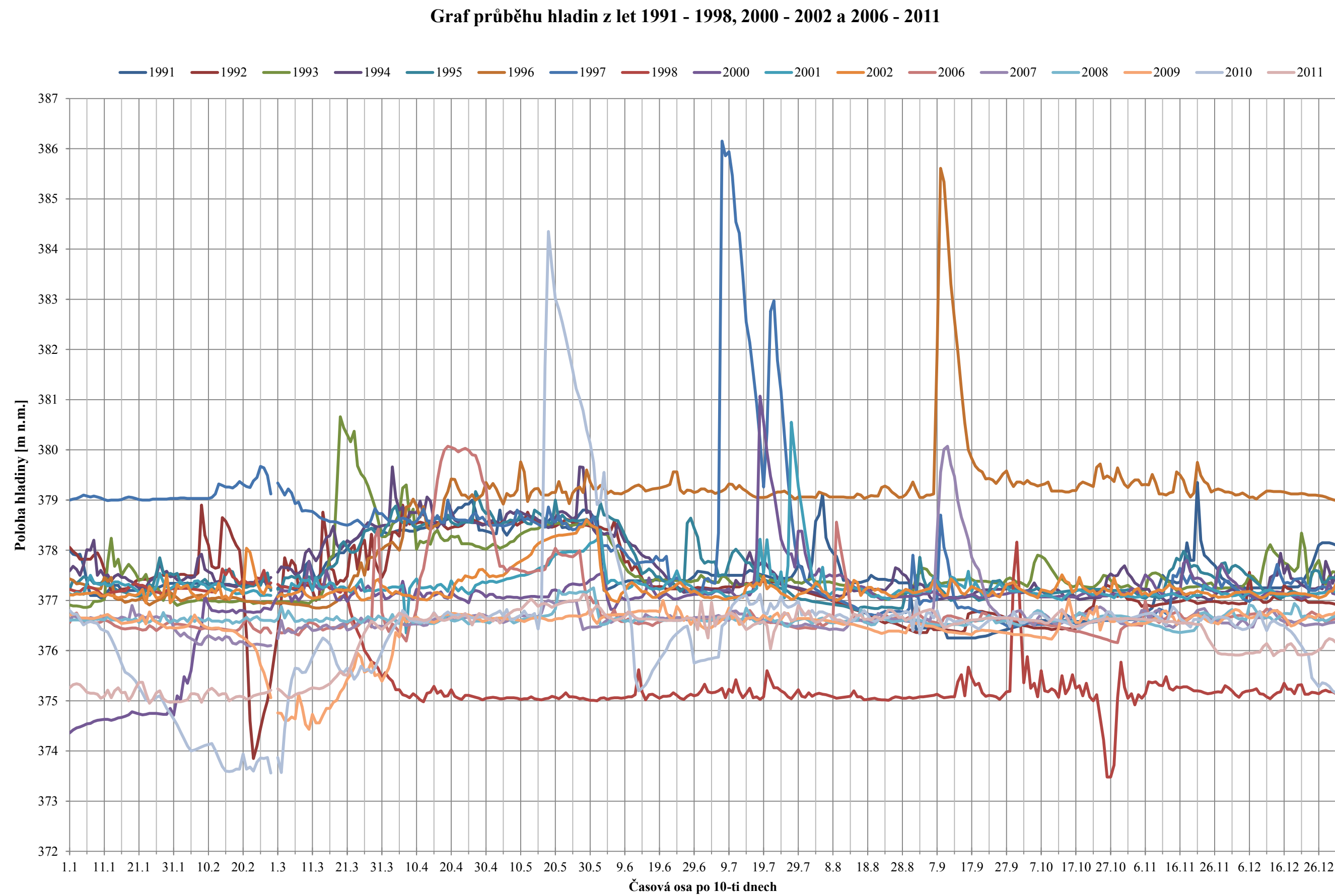
Pro zjištění nejčtetnější bylo nutné znát pohyb hladin v nádrži alespoň za období 10-ti let. V mém případě se mi podařilo získat záznamy hladin v období od roku 1991 do konce roku 2011. Tyto údaje mi byly poskytnuty na dispečinku Povodí Moravy s.p. Nakonec jsem z těchto podkladů musel vyloučit záznamy hladin v letech 1999, 2003, 2004 a 2005. Záznamy z roku 1999 jsem neuvažoval z důvodu podezření chyby měřidla. V roce 2003 byla nádrž vypouštěna a probíhalo zde odbahnění i v průběhu roku 2004, na podzim roku 2005 byla nádrž zpět napouštěna.

Následně jsem ze zůstatkových hodnot vytvořil graf, za pomoci kterého jsem stanovil hrubý interval nejčastějšího výskytu hladin v hodnotách 375,00 - 380,00 m n.m. Poté jsem tento hrubý interval rozdělil rovnoměrně na 10 intervalů. Až v těchto dílčích intervalech jsem spočítal výskyt hladin příslušného intervalu a zapsal do jednotlivých tabulek (tab.2.2.1.2 až tab.2.2.1.18). Nakonec jsem zjistil počty let, kdy se v daném intervalu vyskytovalo nejvíce hladin (tab.2.2.1.1). Z této tabulky jsem následně určil, že nejčtetnějším intervalem je interval číslo 5 a jeho střední hodnota je hledaná nejčtetnější hladina  $Mn_{\max} = 377,25$  m n.m.

	Interval		Střední hladina intervalu	Počet let výskytu nejčtetnější hladiny
	od	do		
	m n.m.		m n.m.	-
1	375.00	375.50	375,25	1
2	375.50	376.00	375,75	0
3	376.00	376.50	376,25	0
4	376.50	377.00	376,75	7
5	377.00	377.50	377,25	8
6	377.50	378.00	377,75	0
7	378.00	378.50	378,25	0
8	378.50	379.00	378,75	0
9	379.00	379.50	379,25	1
10	379.50	380.00	379,75	0

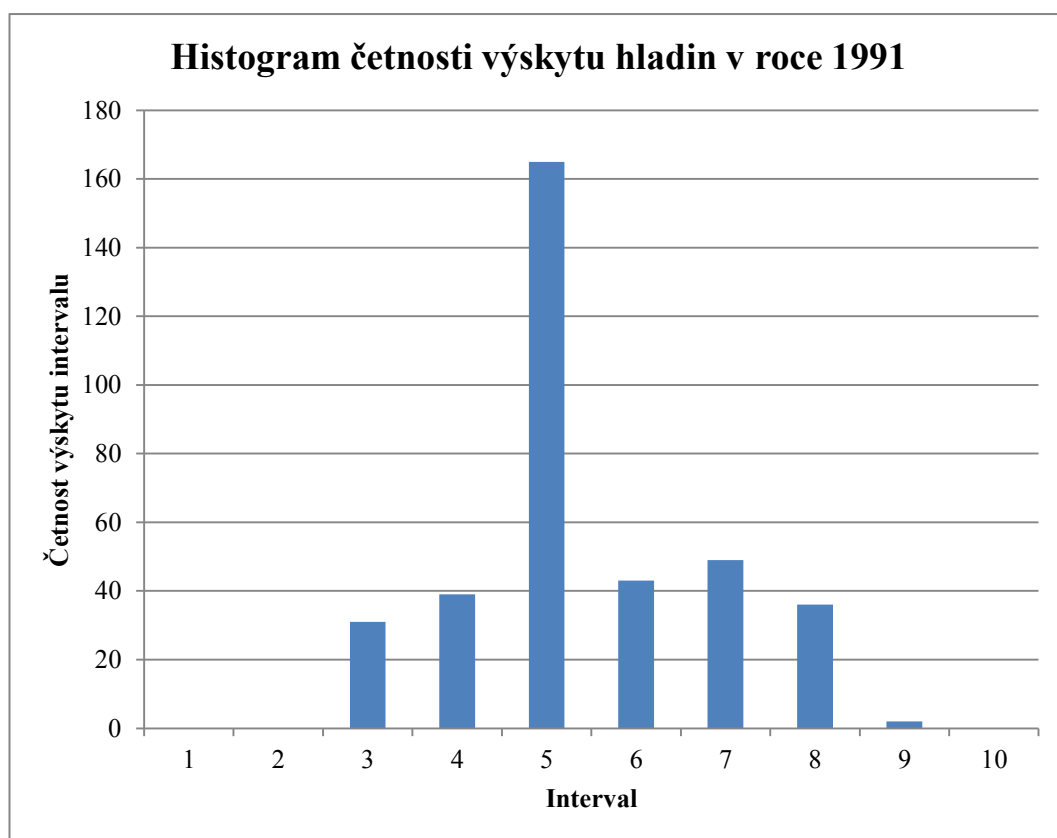
**Tab.2.2.1.1** Tabulka četnosti výskytu maximálních hladin





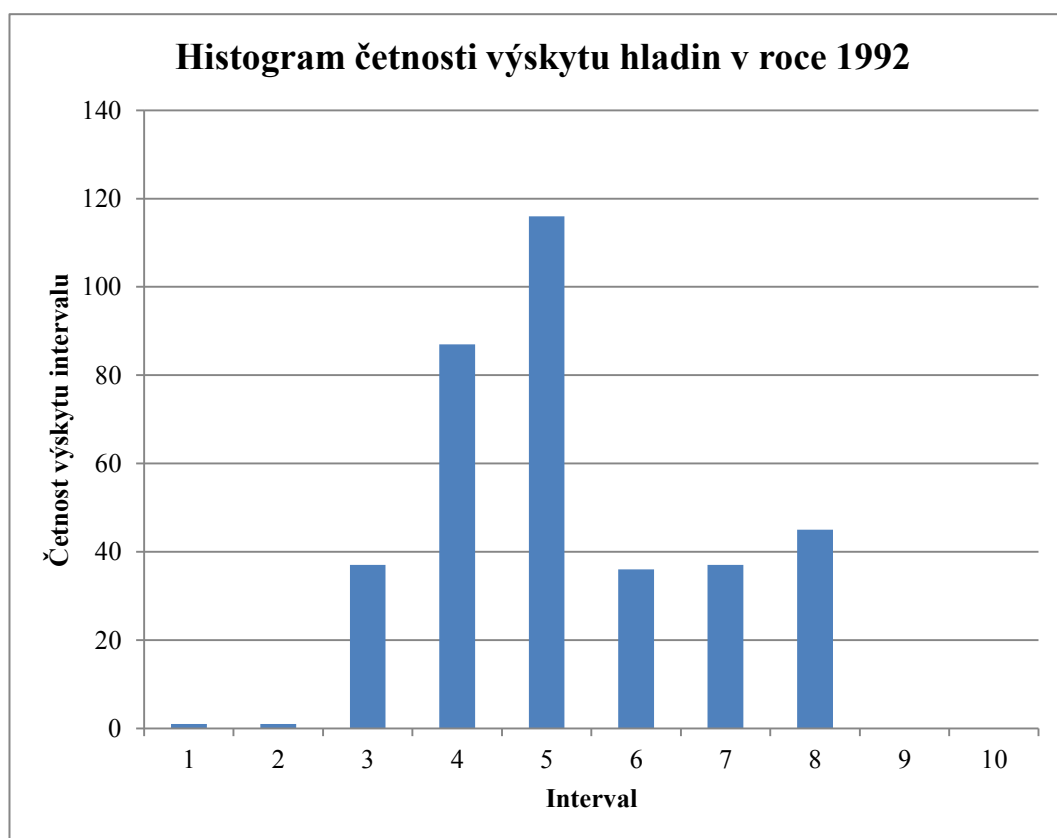
interval			četnost
i	od	do	
-	m n.m.	m n.m.	-
1	375.00	375.50	0
2	375.50	376.00	0
3	376.00	376.50	31
4	376.50	377.00	39
5	377.00	377.50	165
6	377.50	378.00	43
7	378.00	378.50	49
8	378.50	379.00	36
9	379.00	379.50	2
10	379.50	380.00	0

**Tab.2.2.1.2** Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 1991



interval			četnost
i	od	do	
-	m n.m.	m n.m.	-
1	375.00	375.50	1
2	375.50	376.00	1
3	376.00	376.50	37
4	376.50	377.00	87
5	377.00	377.50	116
6	377.50	378.00	36
7	378.00	378.50	37
8	378.50	379.00	45
9	379.00	379.50	0
10	379.50	380.00	0

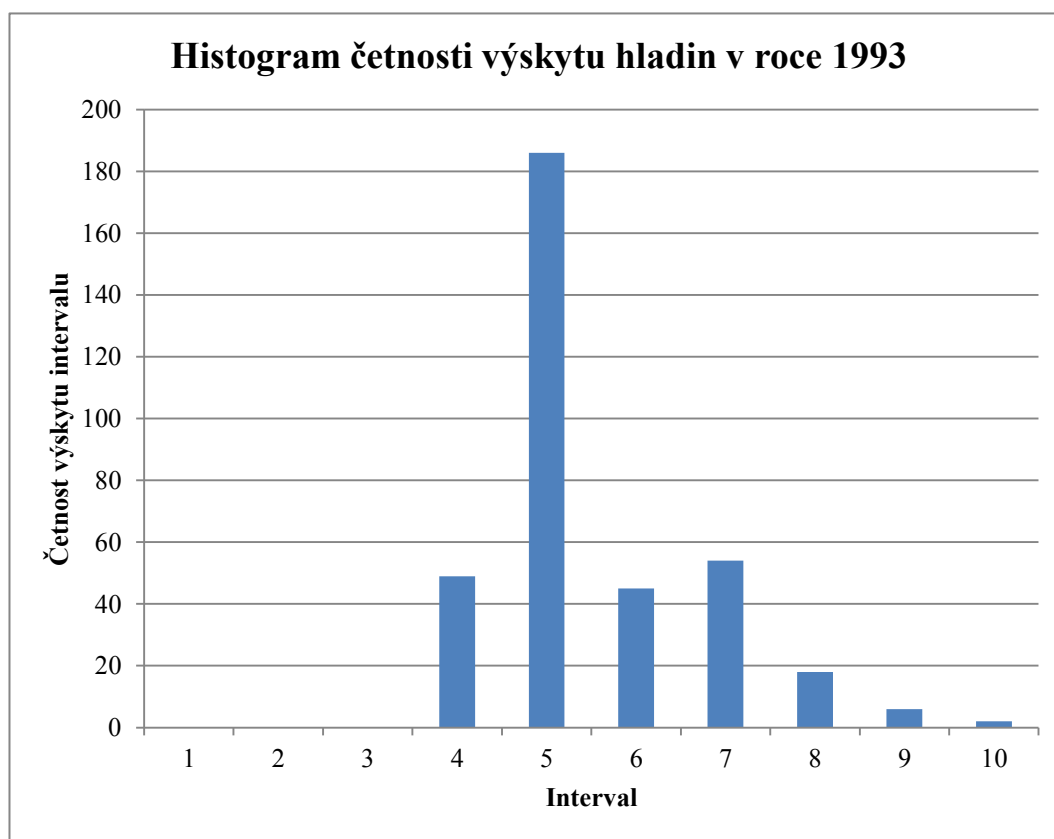
**Tab.2.2.1.3** Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 1992





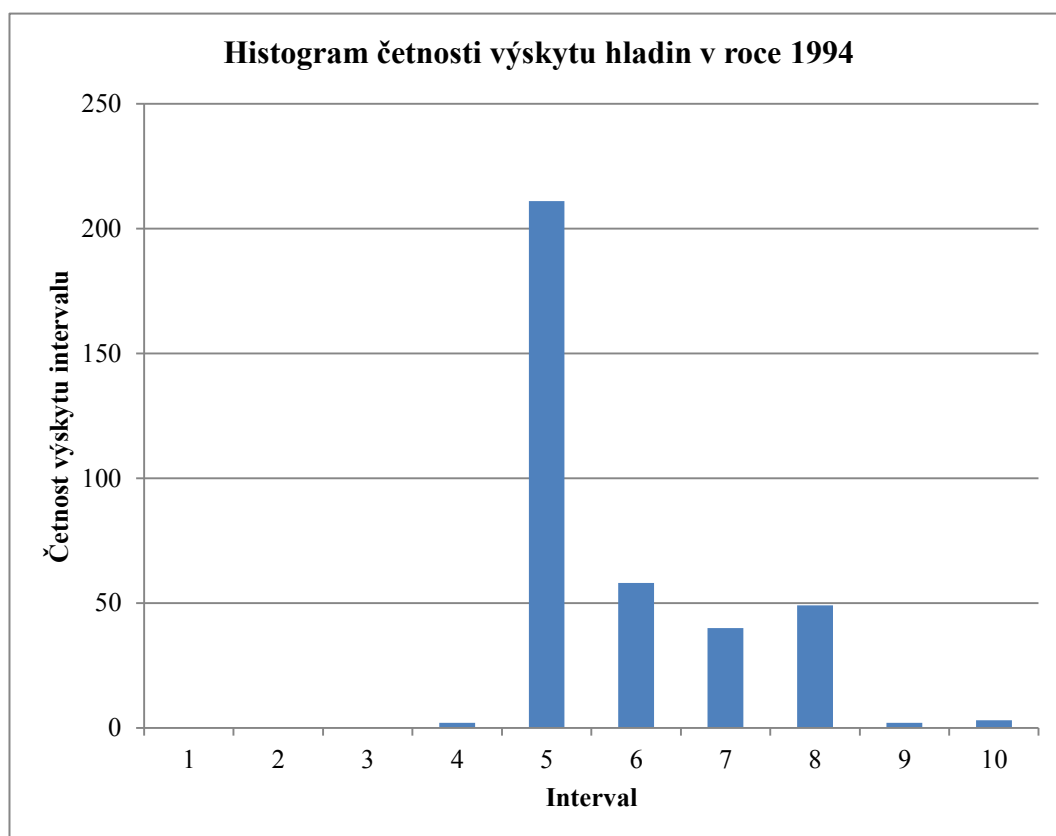
interval			četnost
i	od	do	
-	m n.m.	m n.m.	-
1	375.00	375.50	0
2	375.50	376.00	0
3	376.00	376.50	0
4	376.50	377.00	49
5	377.00	377.50	186
6	377.50	378.00	45
7	378.00	378.50	54
8	378.50	379.00	18
9	379.00	379.50	6
10	379.50	380.00	2

**Tab.2.2.1.4** Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 1993



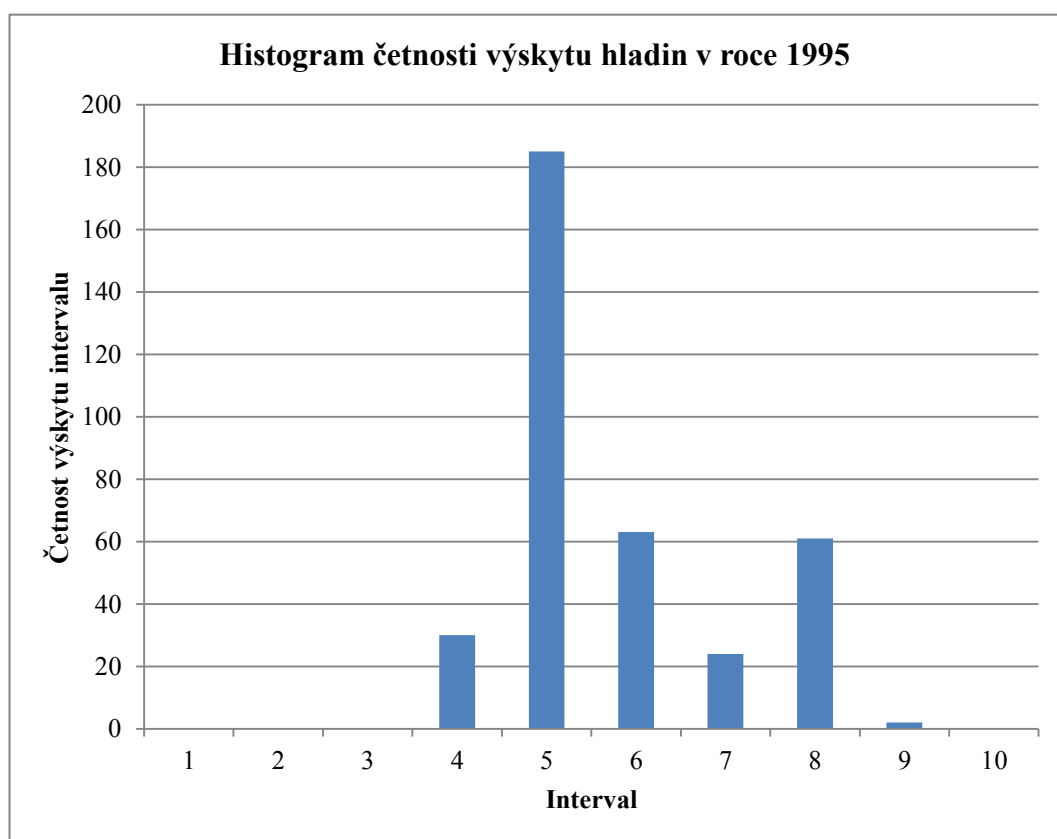
interval			četnost
i	od	do	
-	m n.m.	m n.m.	-
1	375.00	375.50	0
2	375.50	376.00	0
3	376.00	376.50	0
4	376.50	377.00	2
5	377.00	377.50	211
6	377.50	378.00	58
7	378.00	378.50	40
8	378.50	379.00	49
9	379.00	379.50	2
10	379.50	380.00	3

**Tab.2.2.1.5** Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 1994



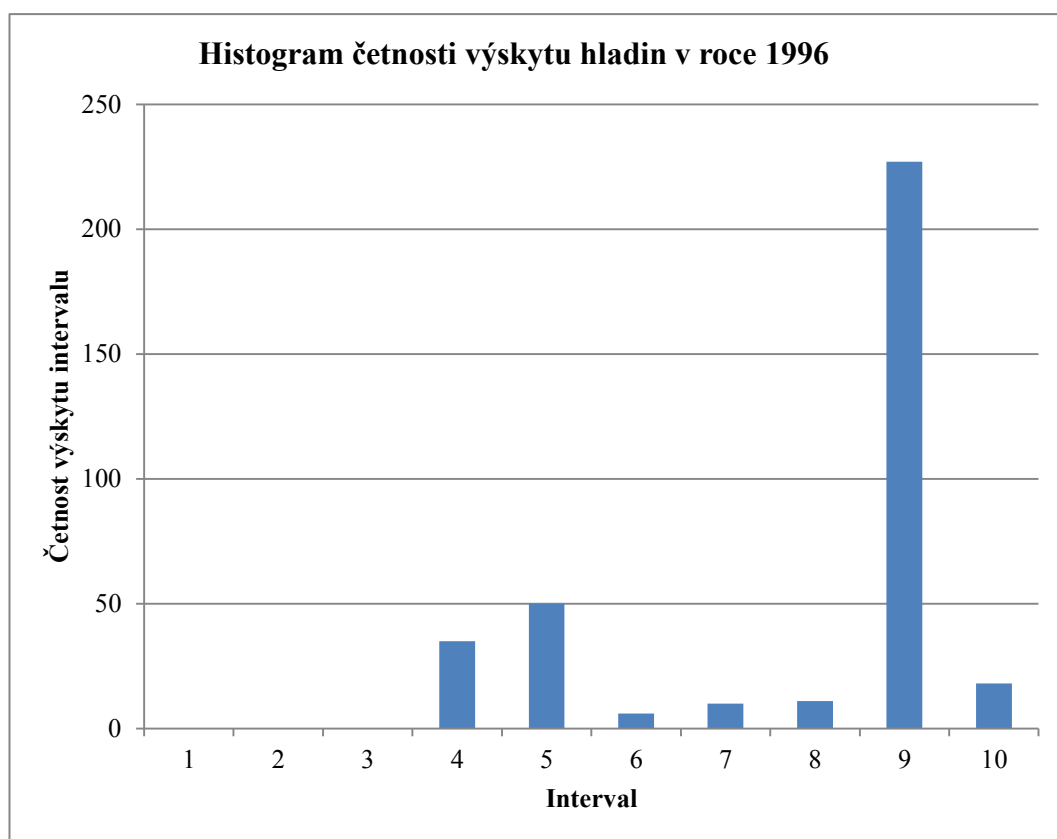
interval			četnost
i	od	do	
-	m n.m.	m n.m.	-
1	375.00	375.50	0
2	375.50	376.00	0
3	376.00	376.50	0
4	376.50	377.00	30
5	377.00	377.50	185
6	377.50	378.00	63
7	378.00	378.50	24
8	378.50	379.00	61
9	379.00	379.50	2
10	379.50	380.00	0

**Tab.2.2.1.6** Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 1995



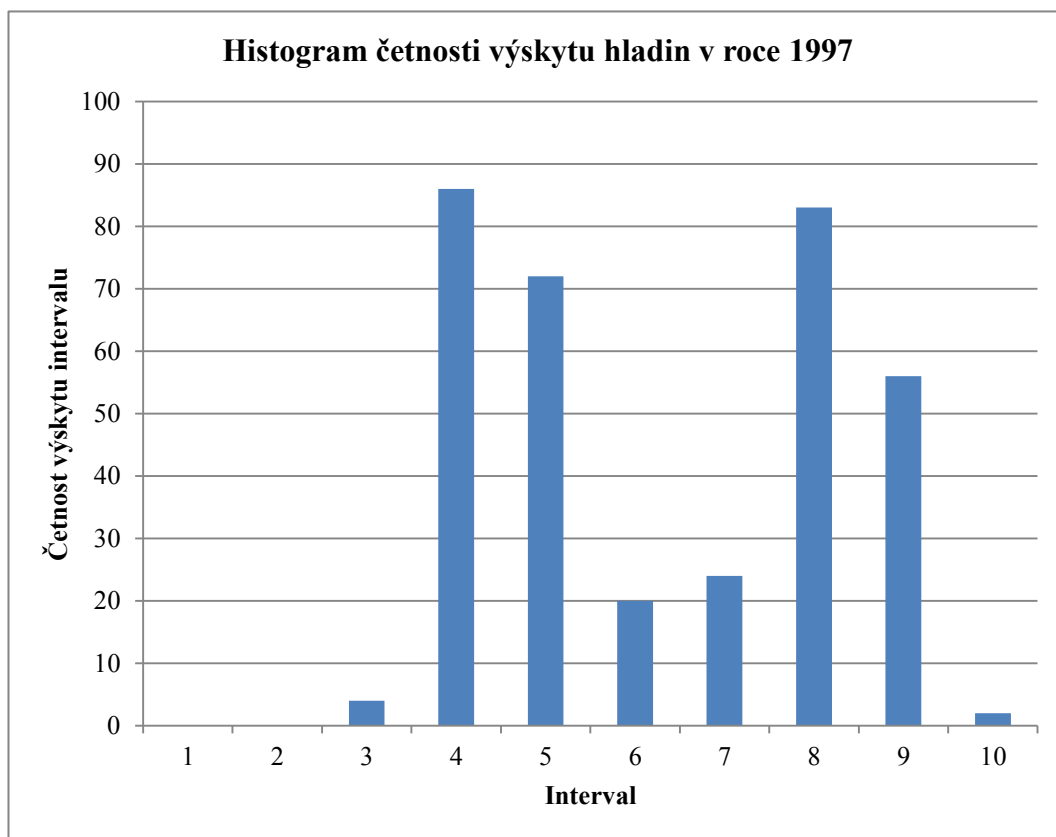
interval			četnost
i	od	do	
-	m n.m.	m n.m.	-
1	375.00	375.50	0
2	375.50	376.00	0
3	376.00	376.50	0
4	376.50	377.00	35
5	377.00	377.50	50
6	377.50	378.00	6
7	378.00	378.50	10
8	378.50	379.00	11
9	379.00	379.50	227
10	379.50	380.00	18

**Tab.2.2.1.7** Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 1996



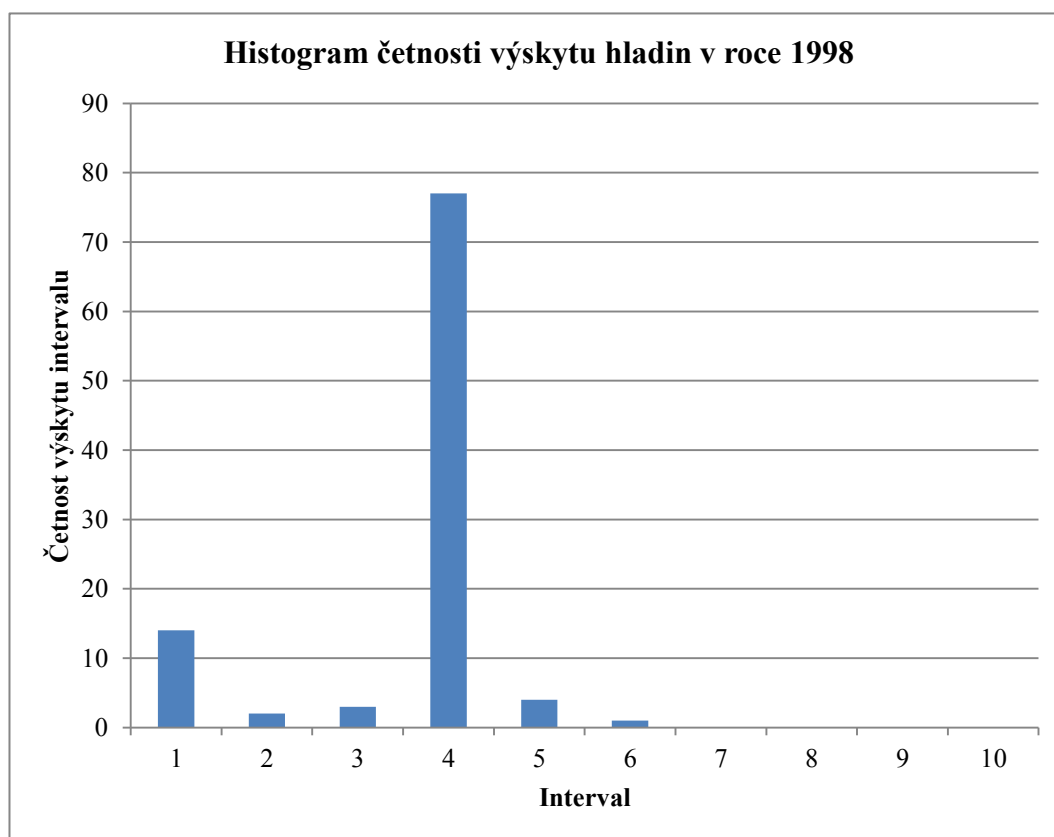
interval			četnost
i	od	do	
-	m n.m.	m n.m.	-
1	375.00	375.50	0
2	375.50	376.00	0
3	376.00	376.50	4
4	376.50	377.00	86
5	377.00	377.50	72
6	377.50	378.00	20
7	378.00	378.50	24
8	378.50	379.00	83
9	379.00	379.50	56
10	379.50	380.00	2

**Tab.2.2.1.8** Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 1997



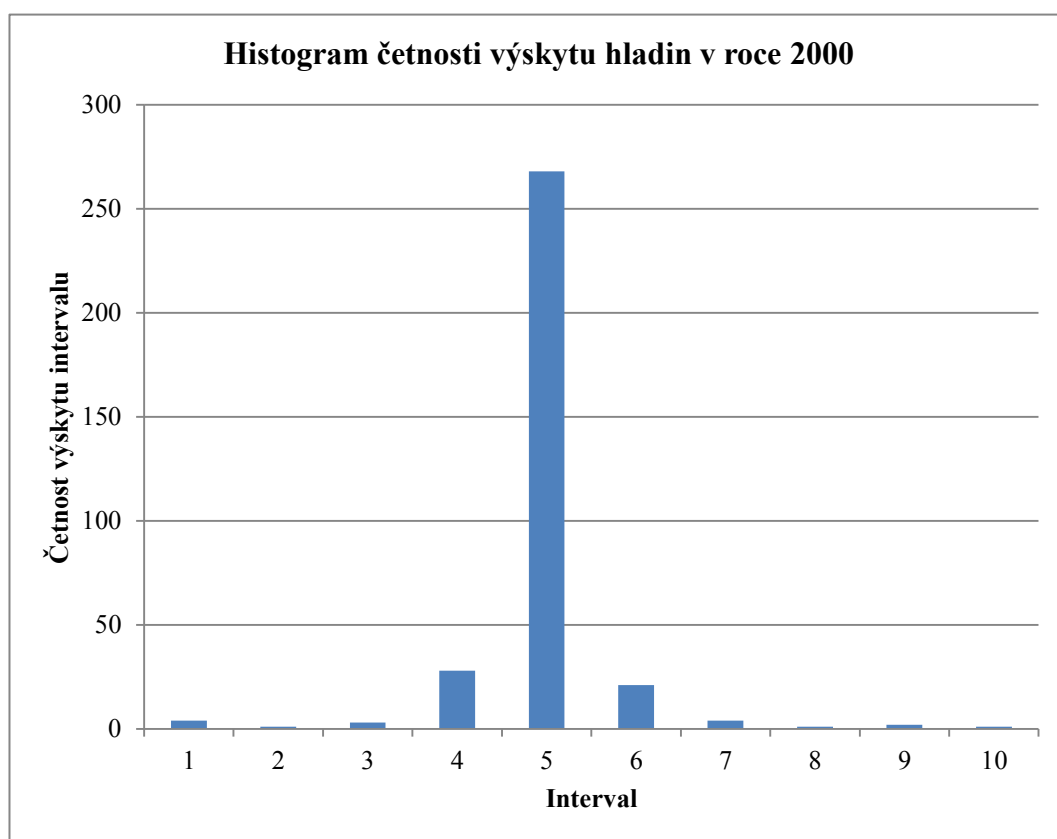
interval			četnost
i	od	do	
-	m n.m.	m n.m.	-
1	375.00	375.50	255
2	375.50	376.00	14
3	376.00	376.50	2
4	376.50	377.00	3
5	377.00	377.50	77
6	377.50	378.00	4
7	378.00	378.50	1
8	378.50	379.00	0
9	379.00	379.50	0
10	379.50	380.00	0

**Tab.2.2.1.9** Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 1998



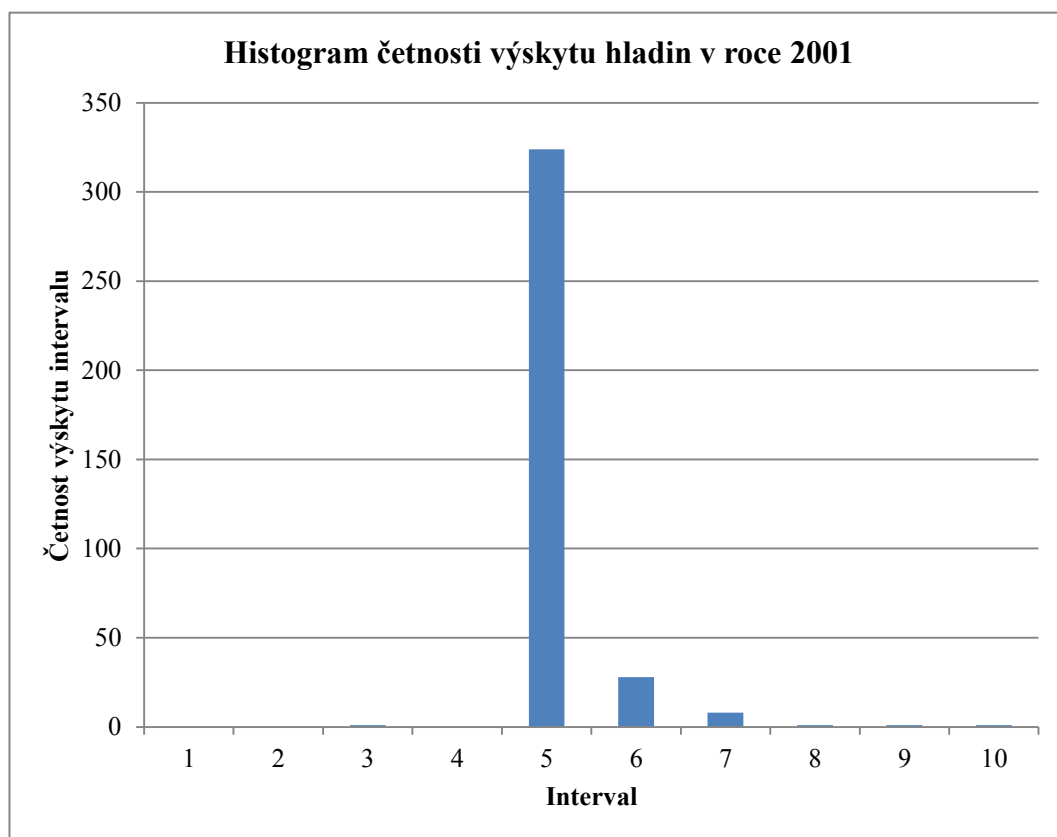
interval			četnost
i	od	do	
-	m n.m.	m n.m.	-
1	375.00	375.50	4
2	375.50	376.00	1
3	376.00	376.50	3
4	376.50	377.00	28
5	377.00	377.50	268
6	377.50	378.00	21
7	378.00	378.50	4
8	378.50	379.00	1
9	379.00	379.50	2
10	379.50	380.00	1

**Tab.2.2.1.10** Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 2000



interval			četnost
i	od	do	
-	m n.m.	m n.m.	-
1	375.00	375.50	0
2	375.50	376.00	0
3	376.00	376.50	1
4	376.50	377.00	0
5	377.00	377.50	324
6	377.50	378.00	28
7	378.00	378.50	8
8	378.50	379.00	1
9	379.00	379.50	1
10	379.50	380.00	1

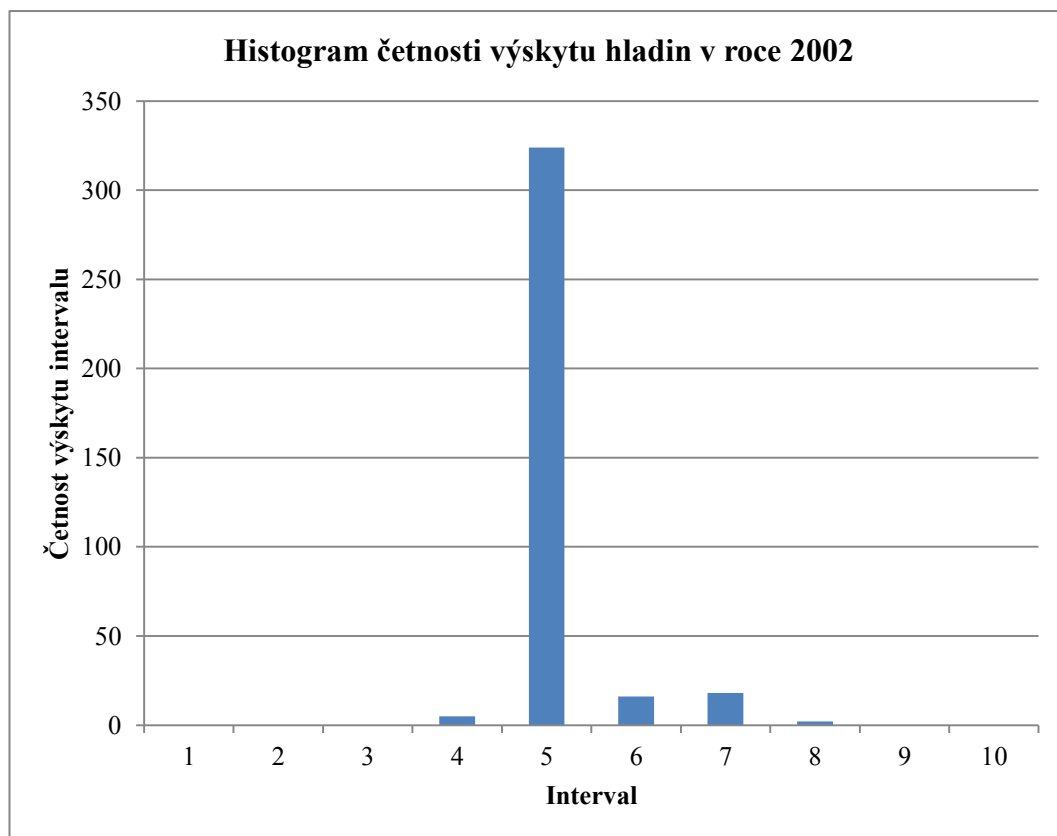
**Tab.2.2.1.11** Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 2001





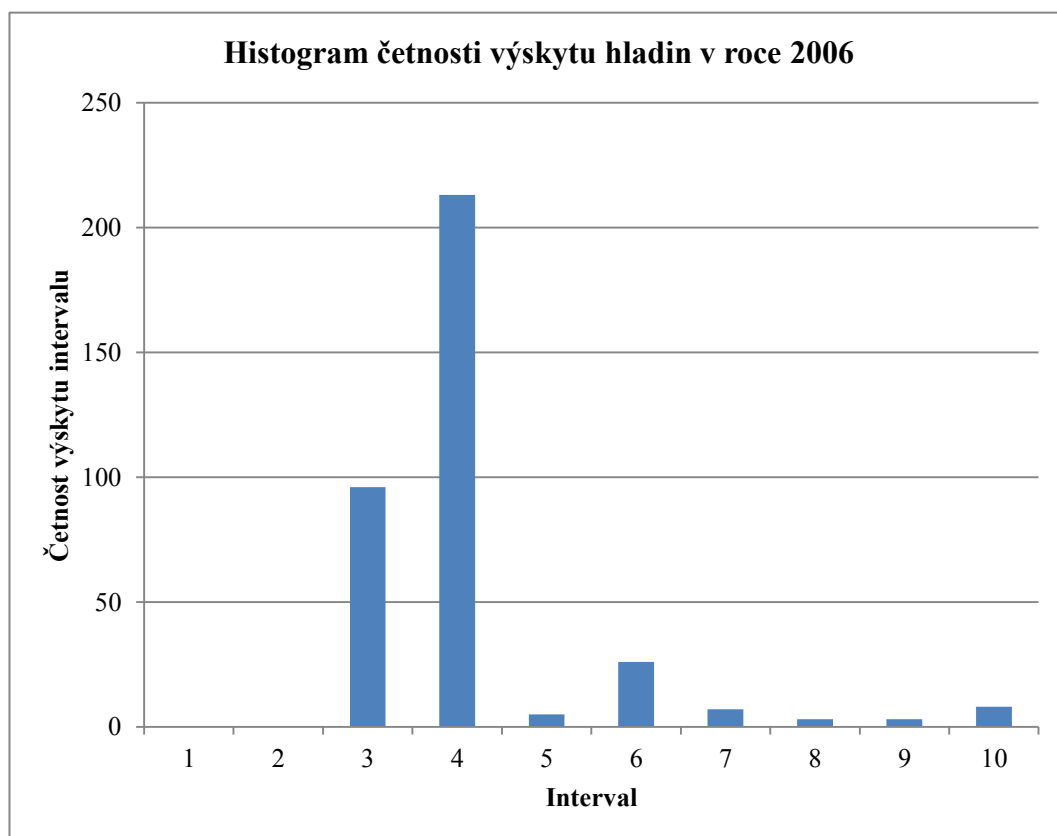
interval			četnost
i	od	do	
-	m n.m.	m n.m.	-
1	375.00	375.50	0
2	375.50	376.00	0
3	376.00	376.50	0
4	376.50	377.00	5
5	377.00	377.50	324
6	377.50	378.00	16
7	378.00	378.50	18
8	378.50	379.00	2
9	379.00	379.50	0
10	379.50	380.00	0

**Tab.2.2.1.12** Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 2002



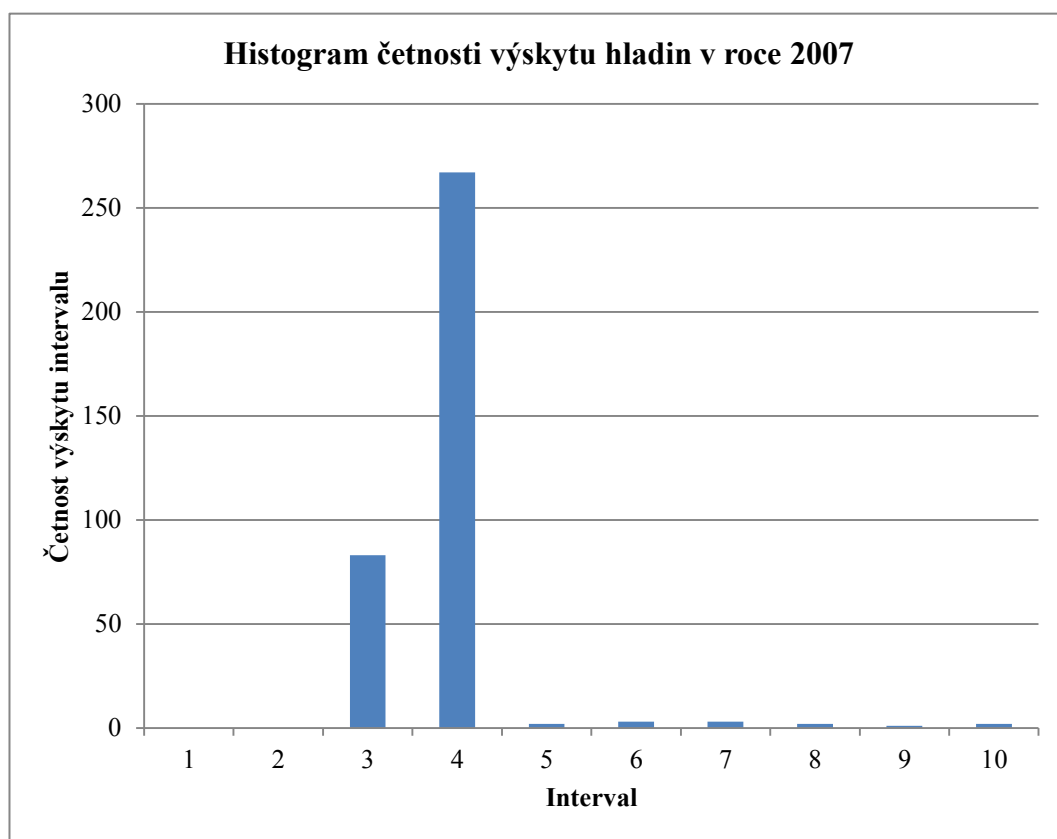
interval			četnost
i	od	do	
-	m n.m.	m n.m.	-
1	375.00	375.50	0
2	375.50	376.00	0
3	376.00	376.50	96
4	376.50	377.00	213
5	377.00	377.50	5
6	377.50	378.00	26
7	378.00	378.50	7
8	378.50	379.00	3
9	379.00	379.50	3
10	379.50	380.00	8

**Tab.2.2.1.13** Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 2006



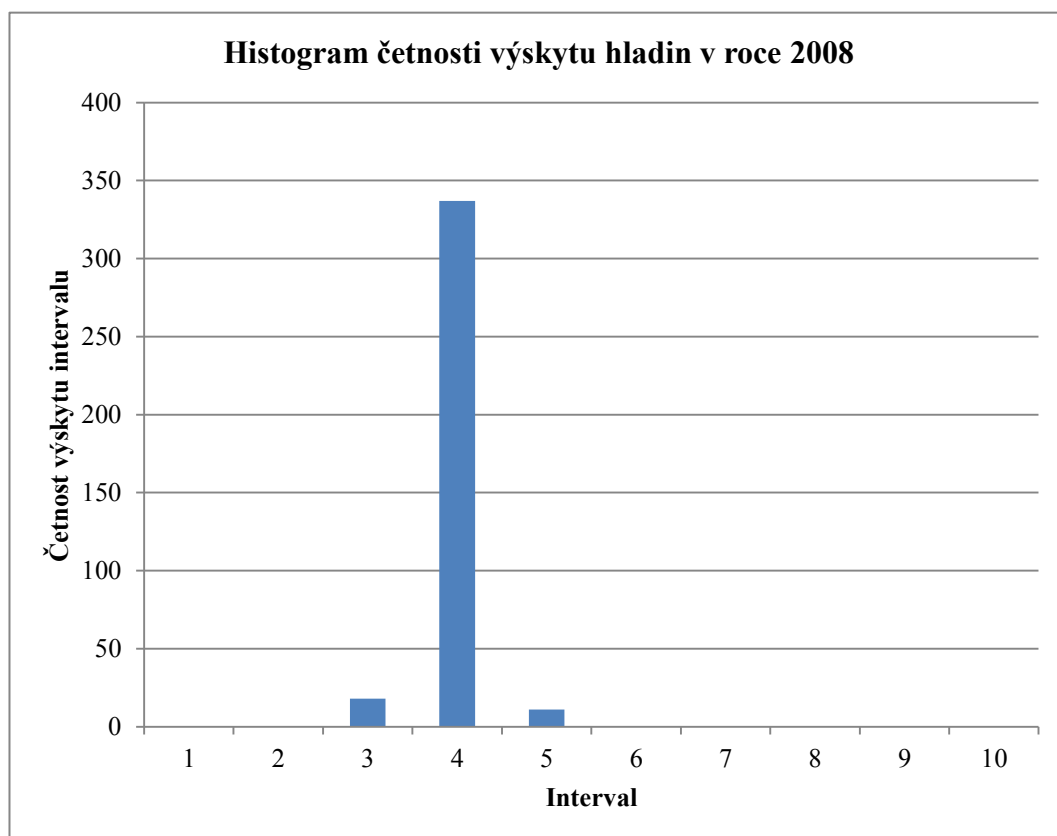
interval			četnost
i	od	do	
-	m n.m.	m n.m.	-
1	375.00	375.50	0
2	375.50	376.00	0
3	376.00	376.50	83
4	376.50	377.00	267
5	377.00	377.50	2
6	377.50	378.00	3
7	378.00	378.50	3
8	378.50	379.00	2
9	379.00	379.50	1
10	379.50	380.00	2

**Tab.2.2.1.14** Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 2007



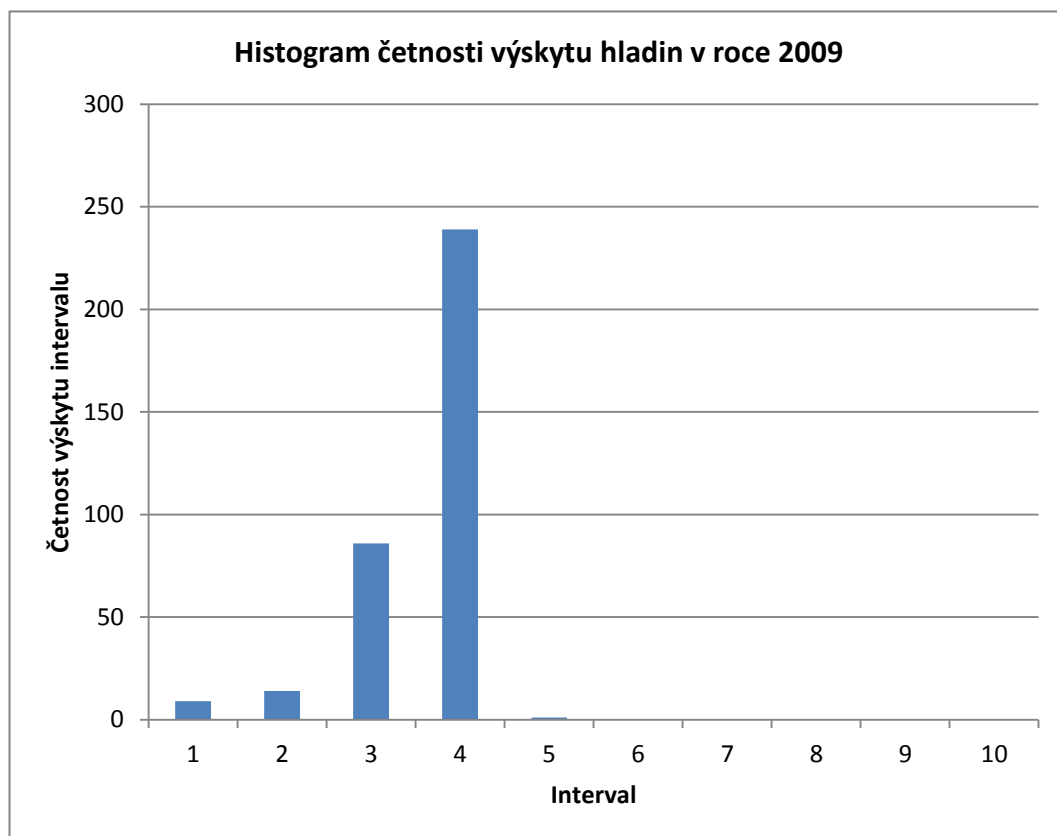
interval			četnost
i	od	do	
-	m n.m.	m n.m.	-
1	375.00	375.50	0
2	375.50	376.00	0
3	376.00	376.50	18
4	376.50	377.00	337
5	377.00	377.50	11
6	377.50	378.00	0
7	378.00	378.50	0
8	378.50	379.00	0
9	379.00	379.50	0
10	379.50	380.00	0

**Tab.2.2.1.15** Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 2008



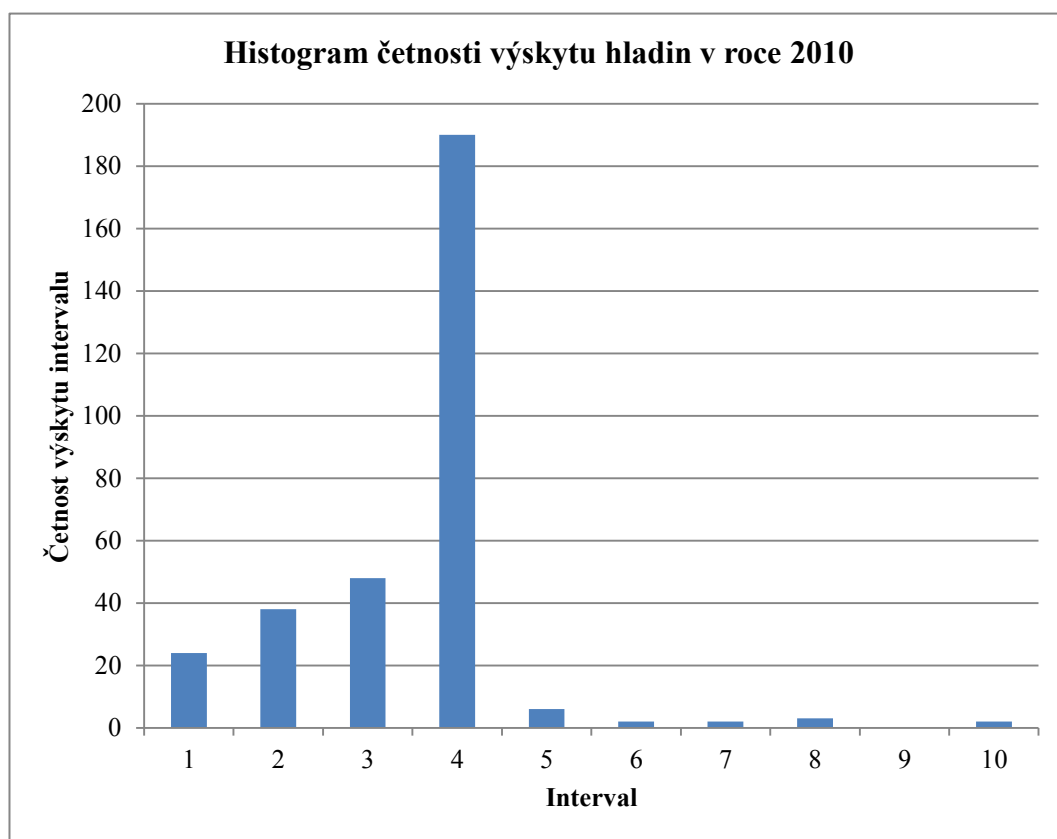
interval			četnost
i	od	do	
-	m n.m.	m n.m.	-
1	375.00	375.50	9
2	375.50	376.00	14
3	376.00	376.50	86
4	376.50	377.00	239
5	377.00	377.50	1
6	377.50	378.00	0
7	378.00	378.50	0
8	378.50	379.00	0
9	379.00	379.50	0
10	379.50	380.00	0

**Tab.2.2.1.16** Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 2009



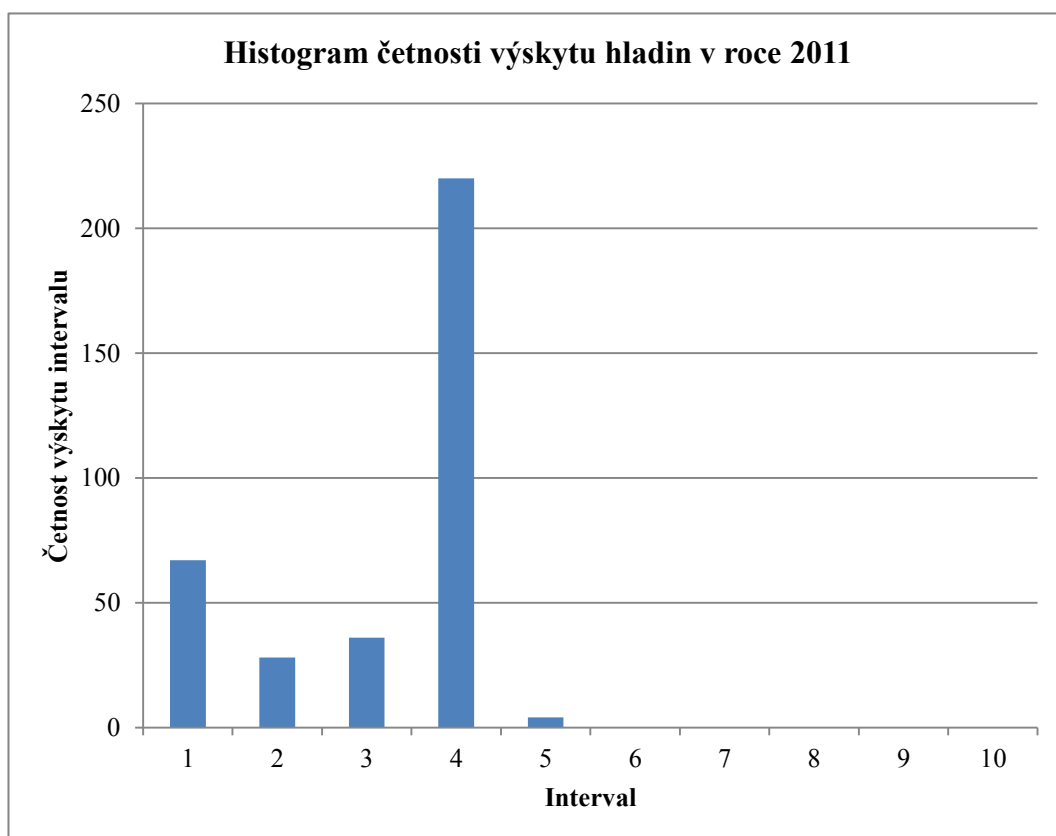
interval			četnost
i	od	do	
-	m n.m.	m n.m.	-
1	375.00	375.50	24
2	375.50	376.00	38
3	376.00	376.50	48
4	376.50	377.00	190
5	377.00	377.50	6
6	377.50	378.00	2
7	378.00	378.50	2
8	378.50	379.00	3
9	379.00	379.50	0
10	379.50	380.00	2

**Tab.2.2.1.17** Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 2010



interval			četnost
i	od	do	
-	m n.m.	m n.m.	-
1	375.00	375.50	67
2	375.50	376.00	28
3	376.00	376.50	36
4	376.50	377.00	220
5	377.00	377.50	4
6	377.50	378.00	0
7	378.00	378.50	0
8	378.50	379.00	0
9	379.00	379.50	0
10	379.50	380.00	0

**Tab.2.2.1.18** Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 2011



### 2.2.2 Stanovení návrhové výšky vlny $h_n$

Návrhovou výšku vlny jsem stanovoval ze vztahu:

$$h_n = 0,0026 \cdot \frac{w_{10}^{1,06} \cdot L^{0,47}}{g^{0,53}} \quad (1)$$

kde:  $w_{10}$  je hodnota návrhové rychlosti větru v  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

$L$  je délka rozběhové dráhy větru v m

Při dosazení jsem uvažoval rychlost větru  $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , což zhruba odpovídá  $5^\circ$  Beaufortovy stupnice, jelikož se na Bystřičce vítr silnější než  $5^\circ$  B vyskytuje jen výjimečně. Za délku rozběhu větru jsem dosazoval nikoli skutečnou délku rozběhu  $L$ , nýbrž efektivní délku rozběhu větru  $L_{ef}$ , z důvodu, že efektivní délka vychází větší než délka skutečná. V případě, že počítáme efektivní délku rozběhu větru, uvažujeme předpoklad, že vítr nevane pouze v přímém směru, ale s jistou odchylkou, uvažovanou  $45^\circ$  na obě strany od hlavního směru větru rozdělenou po 6-ti stupních od převažujícího směru větru. Poté vyhodnocuji dle vztahu:

$$L_{ef} = \frac{\sum_{i=1}^{15} L_i \cdot \cos^2 \phi_i}{\sum_{i=1}^{15} \cos \phi_i} \quad (2)$$

kde:  $L_i$  je délka  $i$ -té radiály v m

$\phi_i$  je úhel mezi hlavním směrem větru a příslušnou radiálou ve  $^\circ$

Po dosazení délek a úhlů pro oba zájmové úseky jsem v následujícím výpočtu dle vztahu (1) počítal s horší variantou, tj. s efektivní délkou rozběhu větru stanovenou pro ZÚ1.

$$L_{ef(ZÚ1)} = \frac{2015,47}{13,511} = 149,17 \text{ m}$$

$$L_{ef(ZÚ2)} = \frac{1771,50}{13,511} = 131,12 \text{ m}$$

Ono dosazení do vztahu (1):

$$h_n = 0,0026 \cdot \frac{10,00^{1,06} \cdot 149,17^{0,47}}{9,81^{0,53}} = 0,094 \text{ m}$$



### 2.2.3 Stanovení hodnoty nachýlení hladiny $\Delta H$

Nachýlení hladiny je jev, kdy dochází k tzv. nahnání vody větrem na břeh. Velikost zvýšení úrovně hladiny tímto vlivem je jen velmi mírné a nepatrné, většinou v milimetrech nebo v jednotkách centimetrů. Běžně v praxi se tato hodnota nestanovuje v situacích, kdy skutečná délka rozběhu vlny není větší než 1000 m. Přesto jsem ji preventivně zjistil. Hodnotu nahnání vody jsem vypočítal dle vztahu:

$$\Delta H = k_w \cdot \frac{w_{10}^2 \cdot L_{ef}}{g \cdot H} \cdot \cos \delta \quad (3)$$

kde:  $k_w$  je součinitel závislý na rychlosti větru, pro  $w_{10} < 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  platí  $2,1 \cdot 10^{-6}$   
 $w_{10}$  je hodnota návrhové rychlosti větru v  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

$L_{ef}$  je efektivní délka rozběhu vlny v m

$H$  je největší hloubka vody v nádrži v příslušném zájmovém úseku v m

$\delta$  je úhel mezi podélnou osou nádrže a převažujícím směrem větru ve  $^\circ$

Po dosazení příslušných hodnot jsem dostal výsledek:

$$\Delta H = 2,1 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{10,00^2 \cdot 149,17}{9,81 \cdot 8,00} \cdot \cos 78^\circ = 8,3 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

### 2.2.4 Stanovení střednice vlny $h_0$

Při stanovení střednice vlny vycházíme z předpokladu výskytu sinusového profilu vlny a v tomto případě ČSN 750255 říká, že můžeme střednici vlny uvažovat stejnou jako hladinu v klidu a tudíž zanedbat jakékoli převýšení střednice vlny.

### 2.2.5 Stanovení výškové úrovně paty srubu $V_a$

Výšková úroveň paty srubu se zjišťuje z důvodu předpokládání posunu abrazního srubu k abrazní terminantě. Určuje se součtem výše stanovených vlivů, dle vztahu:

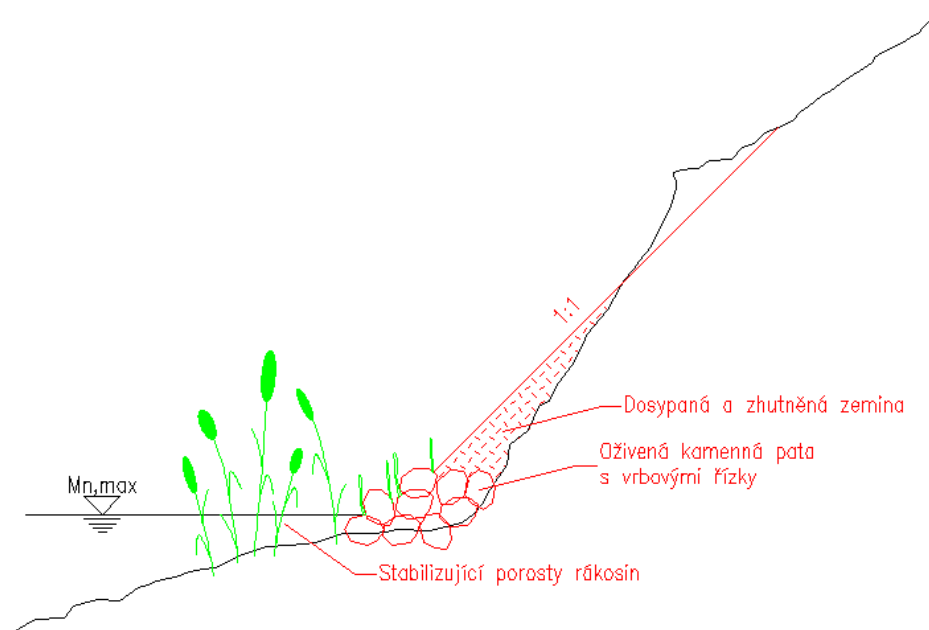
$$V_a = Mn_{\max} + \frac{h_n}{2} + h_0 + \Delta H \quad (4)$$

$$V_a = 377,25 + \frac{0,094}{2} + 8,3 \cdot 10^{-5} = 377,30 \text{ m n.m.}$$

## 2.3 NÁVRH STABILIZAČNÍCH OPATŘENÍ [2]

### 2.3.1 PF1 Oživená kamenná pata s výsadbou rákosin

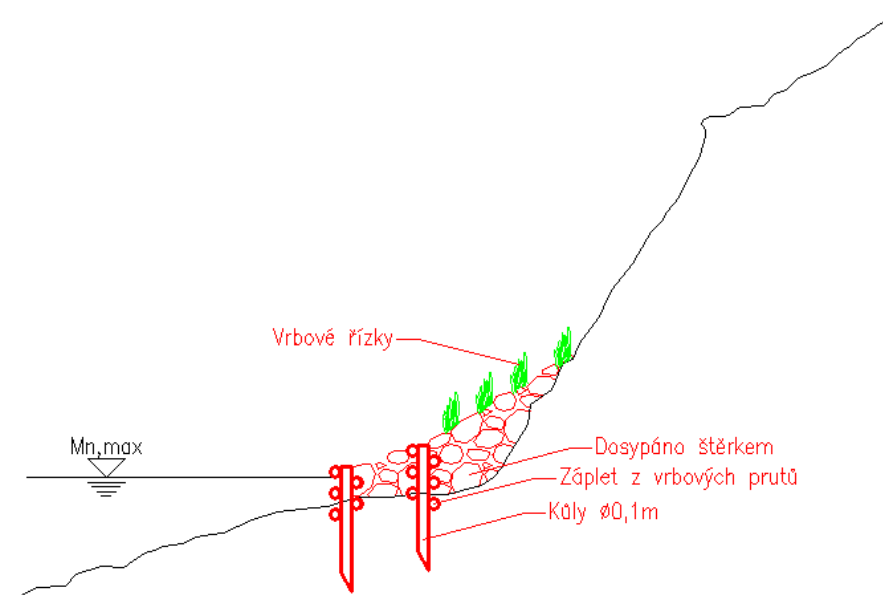
Jedná se o jeden z nejméně nákladných a nejméně náročných opatření. Opevnění je tvořeno převážně kamennou patou zpevněnou zasazenými vrbovými řízký. Před patou jsou dále vysazené rákosiny pro stabilizování a pozastavení rozrušování břehů. Svah je zarovnan do sklonu 1:1.



**Obr.2.3.1** Oživená kamenná pata s výsadbou rákosin

### 2.3.2 PF2 Dvouřadový zápleťový plůtek

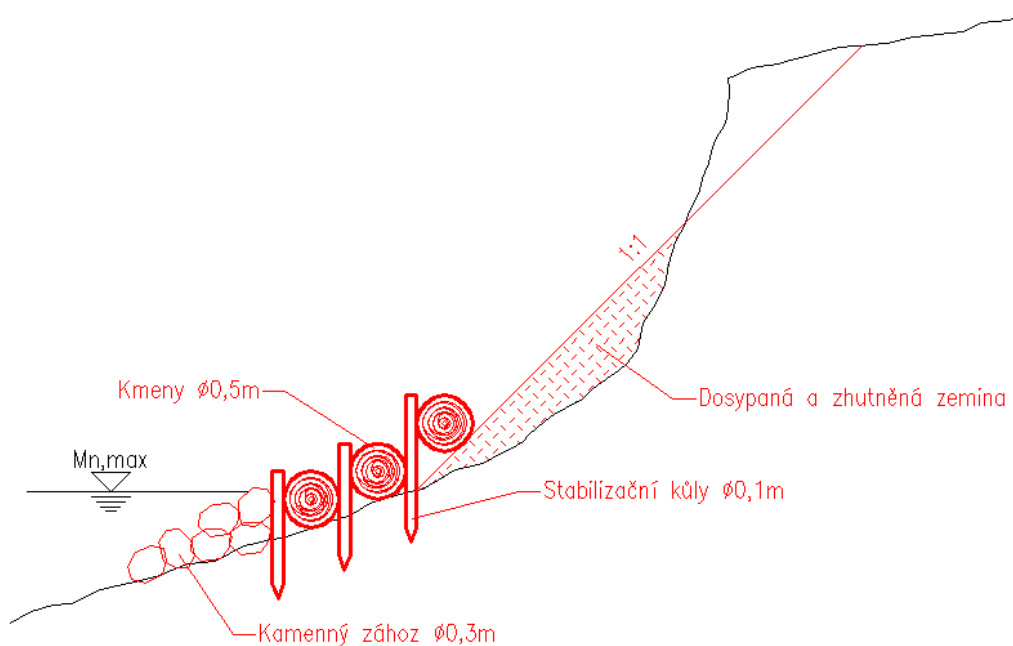
Další z levnějších variantou je zápleť z vrbových prutů. Je aplikovaný ve dvou řadách. První řada je založena horní hranou 100 mm nad nejčtetnější hladinu. Druhá řada již vyčnívá 200 mm. Prostor mezi plůtky a mezi druhou řadou a svahem je vyplněn kamenivem pro zamezení vyplavování jemných částic z břehu. Svah tentokrát není nijak upravován, pouze dosypání hrubým štěrkem je provedeno v přibližném sklonu 1:1,5 a je opět provázán vysazenými vrbovými řízků.



**Obr.2.3.2** Dvouřadový zápleťový plůtek

### 2.3.3 PF3 Stabilizace kmeny stromů a kamenným záhozem

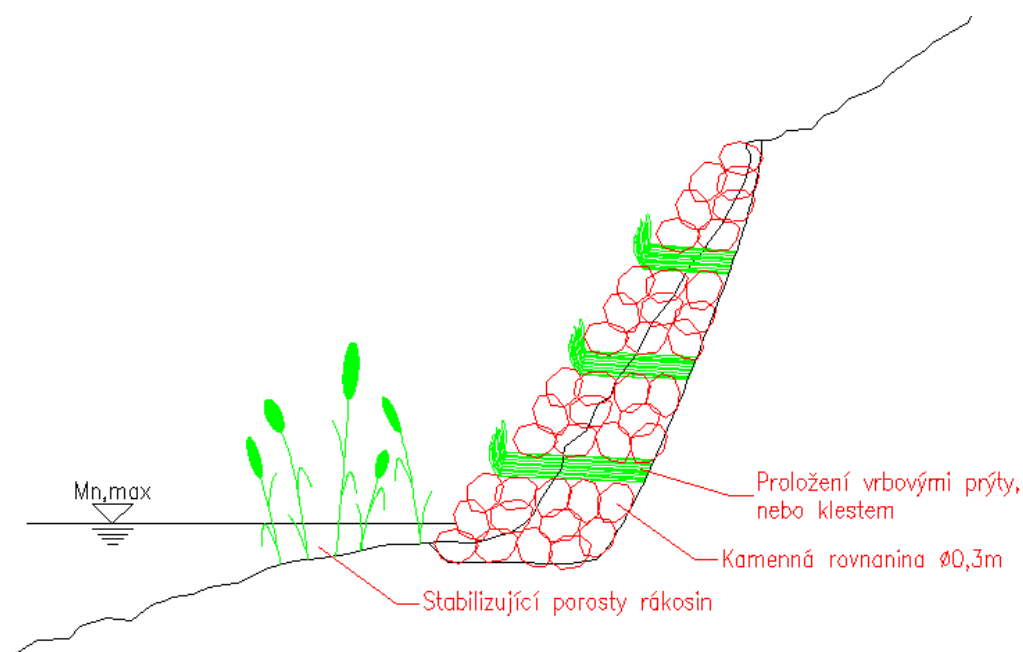
V tomto případě je stabilizace vytvořena podélným položením kmenů stromů nebo kulatiny na abradowaný svah upevněné proti skutálení stabilizačními kůly. První kůly jsou dále preventivně ještě stabilizovány kamenným záhozem proti odplavení vrstvy zeminy, do které jsou kůly zapuštěny. Svah je zase zarovnán do sklonu 1:1.



**Obr.2.3.3** Stabilizace kmeny stromů a kamenným záhozem

### 2.3.4 PF4 Oživená kamenná rovnánina

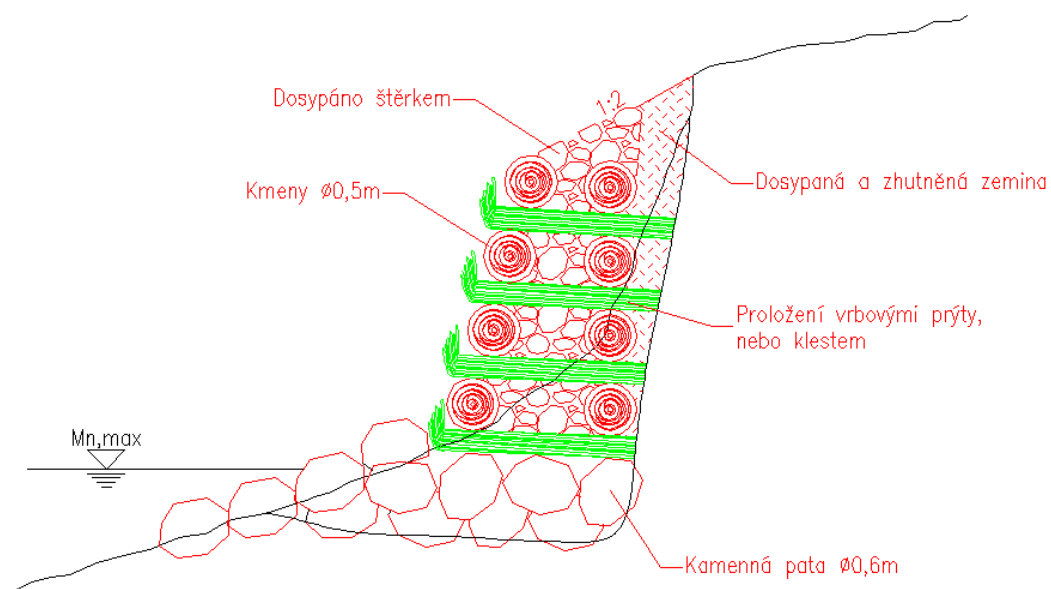
Oživená kamenná rovnánina je v podstatě stěna poskládaná z kamenů provázaná vrbovými prýty nebo klestem. Spodní vrstva kamenů je založena do základové rýhy pro lepší účinnost a stabilitu. V tomto případě sahá nejvyšší vrstva kamenů k horní hraně abrazního srubu, tudíž není zapotřebí svahování břehu. Před tímto opevněním se nachází opět stabilizační rákosinový porost.



**Obr.2.3.4** Oživená kamenná rovnánina

### 2.3.5 PF5 Oživená srubová stěna

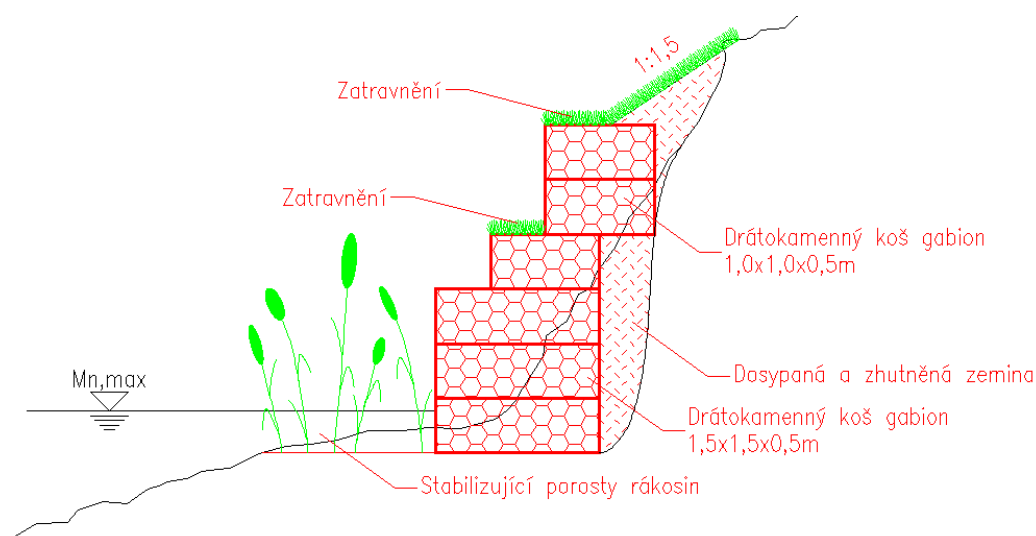
Tento typ opevnění břehu je již celkem nákladný a i náročný. Základem této stěny je masivní kamenná pata. Na ní se již střídá proložení vrbovými větvemi nebo klestem, které je na své rubové straně zakotveno do rostlého terénu, s kmeny stromů nebo kulatinou, mezi kterými je prostor zaplněn štěrkem. Zbytek volných prostorů je dosypán zeminou a zhutněn. V nejvyšším patře je nasypána větší vrstva štěrku v přibližném sklonu 1:2.



**Obr.2.3.5** Oživená srubová stěna

### 2.3.6 PF6 Drátokamenná stěna

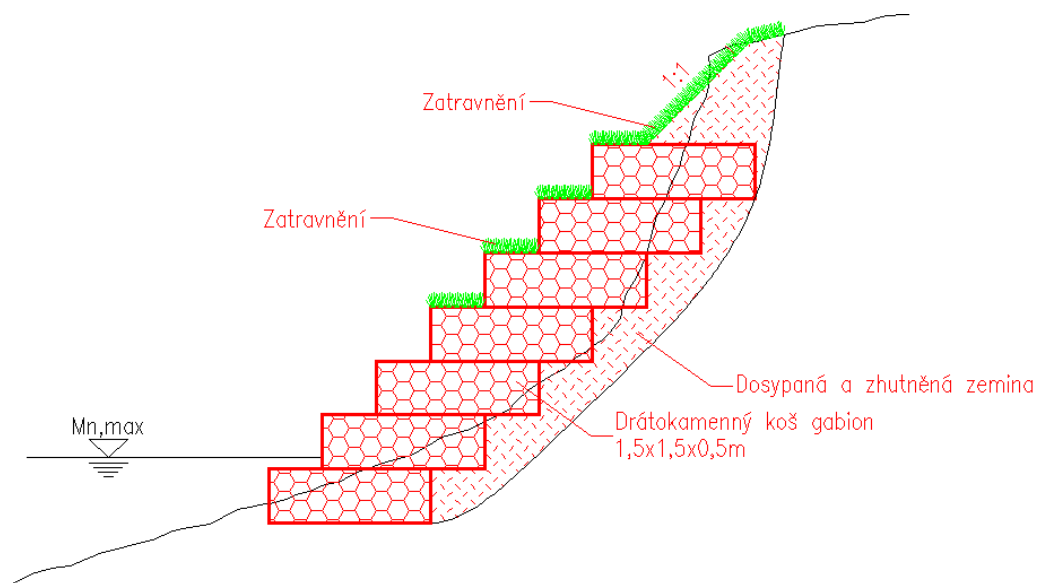
Jedná se o stěnu vytvořenou z na sebe postavených drátokamenných košů, též nazývaných gabionů. Znovu se před zdí nachází stabilizující porost rákosin. Horní ukončení zdi je řešeno vyrovnaním v jednotný sklon 1:1,5 a zatravnění, přičemž zatravněny jsou i dvě plošiny gabionů.



**Obr.2.3.6** Drátokamenná stěna

### 2.3.7 PF7 Drátokamenné schody

Zakládající gabion je částečně zapaščen do rostlého terénu a další koše jsou na něj vršeny vždy s odskokem velikosti třetiny hloubky drátokamenného koše, čili o 0,5 m. Horní napojení na stávající terén zarovnáním nasypnou a zhutněnou zeminou na sklon 1:1 a následným zatravněním. Zatravněny jsou opět i některé odskoky schodů.



**Obr.2.3.7** *Drátokamenné schody*



## ZÁVĚR

Předmětem předkládané bakalářské práce je posouzení stability břehů na vodní nádrži Bystřička u Valašského Meziříčí. Především se jednalo o dva úseky severovýchodního břehu v blízkosti hotelu Beskydská Tatranka, kde jsou břehy mírně poškozené. Touto prací jsem zjistil, že na nádrži Bystřička nebude docházet k velkému ústupu břehu ve sledovaném úseku vzhledem k malému rozdílu mezi předpokládanou patou srubu a nejčtetnější hladinou v nádrži. Jediný pohyb tohoto srubu bude záviset na úhlu vnitřního tření materiálu břehu. Návrh stabilizačních opatření jsem prováděl pouze ilustračně, nikoli jako plnohodnotný návrh pro tuto lokalitu a preferoval jsem biotechnické způsoby stabilizace. Tudíž jsem využíval převážně dřevo, rákosiny, rostlinný materiál, lomový kámen a štěrk, hlavně proto, že již zmíněná zájmová oblast leží v zalesněném prostředí a je nutné veškeré navrhované opatření začlenit do krajiny. Součástí práce je tedy 7 navrhovaných variant protiabrazního opatření přiložených v závěru této práce.

## POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA

- [1] *Vodohospodářský sborník. (Sborník SVP ČR 1995-II.díl).* 1. vyd. Praha: VÚVH, 1997, 1804 s.
- [2] ŠLEZINGR, Miloslav. *Břehová abraze - možnosti stabilizace břehů: Bank erosion - possible ways of bank stabilization : monografie.* Vyd. 1. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2011, 172 s. ISBN 978-80-7375-566-9.
- [3] BARGLOVÁ, Hana. *Region Bystřička - Perspektivy rozvoje cestovního ruchu.* Jihlava, 2009. 108s., 17s. příl. Bakalářská práce. Vysoká škola polytechnická v Jihlavě, Katedra cestovního ruchu. Vedoucí práce RNDr. Eva Janoušková, Ph.D.
- [4] Manipulační řád pro přehradu Bystřička na řece Bystřici v km 5,480. Povodí Moravy s.p. Brno. Vodohospodářský dispečink.
- [5] Technická zpráva VD Bystřička. Povodí Moravy s.p.

## INTERNETOVÉ ZDROJE

- [6] Povodí Moravy s.p. - Informace VD Bystřička. [online]. [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/cz/uzitecne/vodni-dila/bystricka/>
- [7] Bystřička: Přehrada. [online]. [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://bystricka.cz/kultura/prehrada/>
- [8] Vodohospodářský informační portál. [online]. [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://voda.gov.cz/portal/cz/>
- [9] Česká geologická služba - Geofond. [online]. [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: [http://www.geofond.cz/mapsphere/MapWin.aspx?M\\_WizID=24&M\\_Site=geofond&M\\_Lang=cs](http://www.geofond.cz/mapsphere/MapWin.aspx?M_WizID=24&M_Site=geofond&M_Lang=cs)

- 
- [10] Český rybářský svaz: Revír 471 023 Bystřice Valašská 1A. [online]. [cit. 2012-05-10]. Dostupné z:  
<http://www.rybsvaz.cz/?page=reviry%2Freviry&lang=cz&fromIDS=&typ=mpr>
- [11] Geoportál Český úřad zeměměřický a katastrální (ČUZK) - Geoprohlížeč. [online]. [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

s.p.	státní podnik
VD	vodní dílo
max.	maximální
ret.	retenční
ovl.	ovladatelný
neovl.	neovladatelný
NV	nařízení vlády
hl.	hloubka
B	Beaufort
KÚ	katastrální území
ČSR	Československá republika
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
DN	jmenovitý průměr
MVE	malá vodní elektrárna
ř.	řiční
BSK	biologická spotřeba kyslíku
CHSK	chemická spotřeba kyslíku
NL	nerozpuštěné látky
N-NH <sub>4</sub>	amoniakální dusík
ČOV	čistírna odpadních vod
jedn.	jednotka
min.	minimální
prům.	průměrná
elektrolyt.	elektrolytická
ZÚ	zájmový úsek
ČSN	Česká státní norma
Ø	průměr

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.1.3.1 <i>Geologická mapa okolí přehrady</i> .....	16
Obr.1.3.2 <i>Poloha vrtů okolo přehradní nádrže</i> .....	17
Obr.1.3.3 <i>Detail rozmístění vrtů v místě hráze</i> .....	17
Obr.1.3.4 <i>Přehled sesuvných ploch a nestabilních bodů v okolí nádrže</i> .....	18
Obr.1.5.1 <i>Mapa půdních druhů</i> .....	19
Obr.1.5.2 <i>Mapa půdních typů</i> .....	20
Obr.1.8.1 <i>Mapa lesnatosti</i> .....	24
Obr.1.8.2 <i>Mapa druhové skladby lesů</i> .....	25
Obr.1.9.1 <i>Mapa zemědělských výrobních typů</i> .....	26
Obr.1.11.1 <i>Pohled na MVE z koruny hráze</i> .....	28
Obr.1.14.1 <i>Pohled z hlavní pláže na nádrž v létě</i> .....	31
Obr.2.1.1 <i>Schéma směřování snímků ve fotodokumentaci</i> .....	33
Obr.2.1.1.1 <i>Vzdálený pohled na východní část ZÚ1</i> .....	34
Obr.2.1.1.2 <i>Blízký pohled na východní část ZÚ1</i> .....	34
Obr.2.1.1.3 <i>Vzdálený pohled na západní část ZÚ1</i> .....	35
Obr.2.1.1.4 <i>Detailní pohled na ujíždějící svah ZÚ1</i> .....	35
Obr.2.1.1.5 <i>Pohled na ZÚ2 ze severovýchodu najihozápad</i> .....	36
Obr.2.1.1.6 <i>Pohled na ZÚ2 z jihozápadu na severovýchod</i> .....	36
Obr.2.3.1 <i>Oživená kamenná pata s výsadbou rákosin</i> .....	58
Obr.2.3.2 <i>Dvouřadový zápleťový plůtek</i> .....	59
Obr.2.3.3 <i>Stabilizace kmeny stromů a kamenným záhozem</i> .....	60
Obr.2.3.4 <i>Oživená kamenná rovinanina</i> .....	61
Obr.2.3.5 <i>Oživená srubová stěna</i> .....	62
Obr.2.3.6 <i>Drátokamenná stěna</i> .....	63
Obr.2.3.7 <i>Drátokamenné schody</i> .....	64

## SEZNAM TABULEK

Tab.1.7.1 <i>Přehled m-denních průtoků na přítoku a na odtoku z nádrže.</i>	22
Tab.1.7.2 <i>Přehled objemů povodňových vln a neovlivněných n-letých průtoků.</i>	23
Tab.1.12.1 <i>Přehled vypouštěných znečištěných vod</i>	29
Tab.1.13.1 <i>Jakost vody v profilu Valašské Meziříčí.</i>	30
Tab.2.2.1.1 <i>Tabulka četnosti výskytu maximálních hladin</i>	37
Tab.2.2.1.2 <i>Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 1991</i>	39
Tab.2.2.1.3 <i>Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 1992</i>	40
Tab.2.2.1.4 <i>Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 1993</i>	41
Tab.2.2.1.5 <i>Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 1994</i>	42
Tab.2.2.1.6 <i>Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 1995</i>	43
Tab.2.2.1.7 <i>Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 1996</i>	44
Tab.2.2.1.8 <i>Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 1997</i>	45
Tab.2.2.1.9 <i>Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 1998</i>	46
Tab.2.2.1.10 <i>Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 2000</i>	47
Tab.2.2.1.11 <i>Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 2001</i>	48
Tab.2.2.1.12 <i>Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 2002</i>	49
Tab.2.2.1.13 <i>Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 2006</i>	50
Tab.2.2.1.14 <i>Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 2007</i>	51
Tab.2.2.1.15 <i>Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 2008</i>	52
Tab.2.2.1.16 <i>Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 2009</i>	53
Tab.2.2.1.17 <i>Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 2010</i>	54
Tab.2.2.1.18 <i>Tabulka četnosti výskytu hladin v roce 2011</i>	55

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č.1 *Vzorový řez PF1 M 1:50*

Příloha č.2 *Vzorový řez PF2 M 1:50*

Příloha č.3 *Vzorový řez PF3 M 1:50*

Příloha č.4 *Vzorový řez PF4 M 1:50*

Příloha č.5 *Vzorový řez PF5 M 1:50*

Příloha č.6 *Vzorový řez PF6 M 1:50*

Příloha č.7 *Vzorový řez PF7 M 1:50*

Příloha č.8 *Přehledná situace M 1:70 000*

Příloha č.9 *Podrobná situace M 1:5 000*